SCIENZA
DEL
PILOTAGGIO

SCIENZA

DEL

PILOTAGGIO

APPLICATA ALLA PRATICA

DA

Arcangelo Scotto Lachianca

PROFESSORE DI NAVIGAZIONE NEL SECONDO COLLEGIO
DELLA REAL MARINA

NAPOLI
TIPOGRAFIA CARO BATELLI E COMP.
Largo S. Gio. Maggiore n. 30.

1841

PARTE I.

NOZIONI PRELIMINARI

CAPITOLO I.

Brevi parole sulla scienza dell' Universo.

L'universo s'immagina una sfera infinita, il di cui centro è da per tutto, e la superficie in nessun luogo.

Il vôto di questa sfera senza limiti è riempito di una sostanza Eterea, eminentemente sottile, fornita di attitudine al moto, alla divisibilità, ed a ricevere forma e proprietà diversa che venne anche denominata Luce primitiva, o Sostanza del Caos; e si suppone essere dessa la materia elementare dell'universo: quindi è inattiva, e totalmente invisibile, ma che animata dal soffio creatore di Dio, riceve il principio del moto e della resistenza, che condensandosi prima in vapori leggieri, prende poscia forma corporea. In essa nuotano tutt'i corpi celesti, ed è probabile che gli ultimi dalla stessa riconoscono la origine.

La unione di punti impenetrabili, adunati gli uni su gli altri, compongono la Materia.

La quantità di materia ammontata nei corpi, dicesi Massa. Lo spazio occupato dal corpo chiamasi Volume.

Ogni cosa materiale, essendo impenetrabile, occupa necessariamente uno spazio. Quindi due cose materiali non possono essere ad un tempo medesimo nell'istesso spazio; il quale perchè disteso per la immensità dell'universo, dicesi non aver limiti.

Ogni cosa materiale tende al centro, e questa proprietà universale a tutt'i corpi, dicesi Gravità, la quale agisce in ragione diretta della massa ed in ragione inversa del quadrato della distanza.

Il peso è la gravità di un corpo relativamente alla gravità di un altro. Adunque l'universo non ha peso.

I Corpi celesti, ovvero gli Astri si distinguono in corpi sostanzialmente lucidi, ed in opachi. I primi si dicono Stelle o Soli, e gli ultimi si denominano Pianeti.

Si congettura che le Stelle compresovi il nostro Sole, abbiano un movimento tutto proprio; che chiamano Cosmico, abenchè sembrino fisse ed immobili; e che ciascuno sia il centro di un sistema di corpi

celesti opachi, che girano intorno ad essa, come i pianeti e le comete che si rivolgono intorno al nostro Sole.

Per effetto della gravità universale, i corpi celesti mentre tendono al centro del sistema, a cui appartengono, si attraggono reciprocamente tra essi, da rimanere ligati e connessi al sistema medesimo; e tutti attraendosi gli uni cogli altri tendono e girano intorno al centro dell'universo.

In ogni corpo celeste, la di cui figura può dirsi essere quella di una sfera, tutt'i punti fuori del centro tendono ad approssimarsi a questo; e non potendo tutti occupare il centro, non trovandovi luogo, vengono respinti da quelli che li precedono, ed in modo che gli ultimi che rimangono nella superficie, sono là, loro malgrado; quindi si può dire che il nostro globo non esiste che per forza, e per mancanza di potersi tutt'i suoi punti ricettare nel centro.

In tal guisa ogni atomo di materia nella sfera, ogni sfera nel mondo, ogni mondo nell'universo, tende dalla superficie verso il centro; e la sua importanza nel creato dipende specialmente dalla sua massa e dalla sua lontananza dal centro. Ecco la suprema influenza del sito che i corpi occupano, e la inconcepibile armonia dell'universo.

Il nostro Sole che per la piccola distanza in cui si ritrova per rapporto a noi, in confronto di quella che da noi hanno gli altri Soli, ci apparisce l'oggetto il più imponente della natura, la massima face, il gran fonte della luce, e la più rilevante sorgente d'immenso fuoco; è appunto quello che coi casti raggi della sua luce, e quelli ardenti del calore emanati dal suo grembo misterioso, ci conduce il giorno, ci rallegra, ci riscalda, ci dà moto e vita sul globo che noi abitiamo; i suoi raggi fecondano la terra, l'aria, ed il mare in mille maniere.

Il Sole di cui è parola, non ha sempre la stessa distanza da noi. Nel principio di estate che trovasi nel suo Apogeo, cioè nella sua maggiore lontananza da noi, è distante di 35000000 di leghe; mentre il punto opposto cioè nel principio d'Inverno ch'è il più vicino, detto Perigeo, è nella distanza da noi di 34 milioni di leghe. La sua figura è quella di uno Sferoide, come quella di tutti gli altri corpi celesti; ed il diametro medio del suo volume è di 320 mila leghe.

Il volume del Sole supera quello della Terra di un milione e trecentomila volte; la sua massa supera quella della terra di 329 a 330 mila volte; e la densità dello stesso stà a quella della terra come 1:4(a).

Il Sole oltre il moto cosmico, ha un movimento rotatorio intorno

(1) I corpi sono penetrati da gran numero di vuoti, che si dicono pori, di modo che la quantità di materia che in essi si contiene non è proporzionale al volume de' medesimi: sotto l'istesso volume vi è tanta maggior quantità di materia, per quanto le parti sono più unite e ristrette; e questa maggiore o minore prossimità delle parti è quella che chiamasi Densità. Così quando si dice che un corpo è più denso di un'altro, debbesi intendere che in ugual volume, il primo comprende più materia che il secondo.

a se medesimo, che compie in giorni 25, 10$^{or.}$, 30. Si può dire che tutt' i corpi celesti hanno un moto di rotazione intorno al proprio asse, e da tale movimento deriva la irregolarità dello sferoide, ch'è la figura dei medesimi.

Le stelle, ovvero gli altri soli, si possono considerare di un numero infinito, il celebre Guglielmo Herschell col suo gigantesco teloscopio, ne numerò 50mila in una Zona, nè più larga di 2°, nè più lunga di 15'.

Le medesime si presentano a noi quali semplici punti scintillanti di luce: e se non ci è accordato in alcun modo di distinguere il di loro disco, cioè di misurarne il diametro apparente, avviene perchè la distanza di esse da noi è immensa, quasi incalcolabile, ed inconcepibile.

Le Stelle non sono nè tutte di una grandezza, nè tutte nella medesima distanza da noi, e nè pure dotate di luce ugualmente viva.

Nèi tempi de' più antichi osservatori, le stelle che ad occhio nudo si possono vedere, si distinsero in sei categorie di apparente grandezza o splendore.

Della prima grandezza ne contano 15 a 20, fra le quali primeggia la stella Sirio, per la luce serena che fiammeggia.

Le stelle di seconda grandezza sono quelle dotate di luce un poco meno vivace, e se ne contano di 50 a 60. La costellazione (1) dell'Orsa maggiore, che per la disposizione simetrica delle sette stelle (*septem Triones*), di cui va adorna, ce ne offre un'esempio di sei stelle della seconda categoria.

Delle stelle di terza grandezza, ce ne dà l'esempio la stella polare o di tramontana, riconosciuta da ognuno, perchè di tutt'i corpi lucenti del cielo, è quella che solo apparisce immobile, per essere il meno distante dal nostro polo.

Fra quelle di 4 grandezza, sono notabili le più vivaci stelle dell'Orsa minore, alla di cui coda trovasi la stella polare: questa costellazione è celebre nei tempi a noi remoti, per essere stata di scorta o di segno ai navigatori che colla sola audacia lasciavano di vista un terreno, per giungere ad un'altro senza l'ajuto della bussola.

Le stelle che sono visibili senza il soccorso d'istrumenti ottici, cioè quelle sino alla sesta categoria, sino 5000 a 6000, delle quali la sola metà può osservarsi da ognuno in una volta.

Dietro la invenzione del teloscopio e per molto tempo dopo coll'ajuto di tali istrumenti si conoscevano le stelle sino al decimo grado di grandezza o di splendore. In seguito dei recenti e maravigliosi progressi della meccanica, applicata all'ottica, il teloscopio venne di molto migliorato; e così si potette scorgere tanto numero di stelle, da portarne la graduazione sino al 15.^{mo} ordine di grandezza. Se col grande Herschell si volessero graduare le stelle della via lattea, e quelle delle altre nebulose di stelle, si potrebbe giungere sino al 1342^{esimo} grado di grandezza. Ecco come il filosofo conchiude che il numero delle stelle è infinito.

(1) Per costellazione s'intende un gruppo o unione di stelle vicine tra esse.

Ammiriamo ed adoriamo la potenza altissima del Creatore, e non ne scrutiniamo gl' impenetrabili suoi fini.

La conoscenza di tutte le Stelle, o almeno di un gran numero di questi corpi luminosi, è senza contraddizione utile a' marini; ma è cosa indispensabile per essi il distinguere nel cielo le stelle, che servono a determinare degli elementi di somma importanza nella navigazione. Esse sono del numero di nove, e si denominano Zodiacali, perchè contenute nello zodiaco, ch'è una fascia sferica dell' Universo poco più larga di 16°, la di cui posizione verrà disegnata a suo luogo. Queste nove stelle sono.

a di Ariete.	3.ª grandezza
Aldebaran.	1
Polluce	2
Regolo . . . . , ...	1
Spina della vergine . . .	1
Antares	1
a dell' Aquila.	1, 2
Fumalhant	1
a di Pegaso o Markh	2

I pianeti del nostro sistema solare si distinguono in Primarj, ed in Secondarj.

I pianeti primarj, oltre del moto di rotazione intorno a se stessi, sono animati dal moto di traslazione intorno al Sole nell' istess' ordine e durata di tempo, come si vedono qui notati.

1. Mercurio in	88 giorni
2. Venere	224
3. La Terra	365. 5.ºʳ 48'. 50", 22.
4. Marte	687
5. Vesta	1582
6. Giunone	1582
7. Cerere	1682
8. Pallade	1703
9. Giove	4330, 12.
10. Saturno	10747
11. Urano	30589, 8.

I pianeti secondarj, che si denominano pure Satelliti o Lune, sono 18; e questi mentre fanno le loro rivoluzioni intorno ai pianeti primarj, girano cogli ultimi intorno al Sole. In tal guisa la Luna si muove intorno alla Terra, quattro satelliti intorno a Giove, sette intorno a Saturno, e sei intorno ad Urano.

Oltre gl' indicati pianeti, vi sono nel sistema solare le comete, le

quali sone pure corpi opachi, che girano intorno al Sole in una ellisse (*a*) molto allungata; perciò per poco tempo sono visibili, e poi si perdono di vista.

In appresso diremo quanto conviene in ordine alla Terra ed alla Luna.

Per comodo della intelligenza delle teoriche da trattarsi nella scienza del pilotaggio, si suppone essere la terra nel centro dell'Universo, al quale si attribuisce la figura sferica, come lo è approssimativamente quella della terra.

CAPITOLO II.

Della sfera.

1. I cerchi formati nella sfera da piani che la segano, si distinguono in cerchi massimi, ed in cerchi minori. I primi hanno per centro il centro della sfera, ed i secondi hanno il centro fuori il centro della sfera e nel diametro ch'è perpendicolare ad essi. Così nella sfera ACBD (fig. 1:), il cerchio AFBG si dice massimo, ed il cerchio MNOL si dice minore.

2. Quindi sono uguali i cerchi minori in ugual distanza dal centro della sfera e sono disuguali quelli che sono in disugual distanza dal centro medesimo, dei quali è maggiore quello che trovasi in minor distanza dal centro della sfera. Del cerchio della sfera dicesi Asse, quel diametro della sfera che gli è perpendicolare. I poli del cerchio della sfera sono gli estremi dell'asse del medesimo cerchio. Così de'cerchi AFBG, ed MNOL la retta PS n'è l'asse, ed i punti P ed S ne sono i poli. Laonde i cerchi paralleli nella sfera hanno lo stesso asse ed i medesimi poli.

3. È chiaro che due cerchi massimi nella sfera non hanno i medemi poli, altrimenti la congiungente tali punti sarebbe perpendicolare a due piani che s'intersecano, lo che è un'assurdo.

(*a*) L'ellisse è una figura piana curvilinea AMPK (fig.a), tale che la somma delle distanze RI, RS di ciascuno de'suoi punti a due punti fissi I ad S, presi su di una data retta AP, e ad ugual distanza dalle due estremità di questa, è una quantità costante, ed ugnale a tale retta; dimodochè, supposto essere SRI un filo, ed in R uno stiletto, facendo scorrere questo, tenendo sempre tesi RI, RS, si descriverà l'ellisse.

La retta AP prende nome di *Asse maggiore* dell'ellisse; il punto medio di tale retta si chiama *Centro*; i punti S ed I, si dicono *Fuochi*, e la distanza del centro da ciascuno de'fuochi si denomina *Eccentricità*.

La perpendicolare MK all'asse maggiore che passa pel centro, si nomina *Asse minore*. I due assi maggiore e minore, dividono la curva ellittica in quattro parti uguali e simmetricamente.

Le rette SR, ST, menate da uno de'fuochi ad un punto qualunque dell'ellisse, si denominano *Raggi vettori*.

Una linea TB, tirata da un punto qualunque dell'ellisse perpendicolarmente su l'asse maggiore *dicesi*, *Ordinata*.

4. Per due punti della superficie di una sfera, non opposti per diametro, non vi passa che la circonferenza di un solo cerchio. Così per li punti A ed M, non vi passa che la circonferenza del solo cerchio APBS, il quale passando anche pel punto E, centro della sfera, viene a passare per li tre punti A, M, E, non posti per dritto.

5. Se un cerchio massimo passa per li poli di un'altro cerchio massimo della medesima sfera, saranno di 90.° ognuno de' quattro archi del primo cerchio, terminati dai poli e della circonferenza del secondo cerchio. Sia APBS il cerchio massimo, che passa per li punti P ed S, poli dell'altro cerchio massimo AFBG; poichè la retta PS è perpendicolare al piano AFBG, perciò è pure perpendicolare alla retta AB; e sono le rette PS ed AB diametri del cerchio APBS, per tal ragione è questo diviso in quattro quadranti.

6. Il cerchio massimo che passa per li poli di un cerchio qualunque della medesima sfera, divide questo cerchio in parti uguali e ad angoli retti. E viceversa.

7. Due cerchi massimi che s'intersegano ad angoli retti nei poli di un terzo cerchio qualunque, dividono questo in quattro archi di quadranti; poichè essendo i primi entrambi perpendicolari al terzo cerchio, e perpendicolari tra essi, ne avviene che le sezioni che si ottengono dal proposto intersegamento col terzo cerchio, sono due diametri, che si tagliano ad angoli retti; e perciò dividono l'ultimo cerchio in quattro archi di quadranti.

8. Se il cerchio massimo AGBF giri intorno al diametro GF, e si arresta in qualunque situazione LFHG, rimarrà nondimeno diviso in quattro archi di quadranti dai due cerchi massimi, che s'intersegano ad angoli retti nei punti P, ed S: poichè il diametro AB girando intorno al punto E, centro della sfera e sempre nel medesimo piano APBS, non perde la posizione perpendicolare al diametro F G; quindi fermandosi in LH, questa intersegandosi ad angoli retti con F G, verranno a dividere il cerchio LFHG in quattro archi di quadranti.

9. La distanza fra due punti della superficie sferica, si misura per mezzo dell'arco dell'unico cerchio massimo, che passa per tali punti, e ciò per essere tale arco il più breve, e facilmente determinabile nella sua quantità.

10. La distanza di un punto della superficie della sfera dalla circonferenza di un cerchio qualunque nella stessa sfera, si misura coll'arco di cerchio massimo perpendicolare a tale cerchio, terminato dal punto proposto e dalla circonferenza medesima. Così la distanza dal punto O alla circonferenza del cerchio AFBG, si misura mediante l'arco BO; e la distanza del punto H alla circonfereuza MNSQ, viene misurata dall'arco HO.

11. Diremo in appresso, essere un cerchio massimo di Posizione determinata nella sfera, allorchè esso passa per un punto dato nella circonferenza di quell'altro cerchio, per li di cui poli il proposto cerchio passa.

12. Un cerchio minore lo diremo poi di Posizione determinata, allorchè è nota la sua distanza dall'unico cerchio massimo, che gli è paralleli.

13. Finalmente diremo essere un punto della superficie sferica od determinata posizione, allorchè sono di data situazione i due cerchi che in esso s'intersegano.

14. Quindi il sito che ha un punto nella superficie della sfera, si potrà avere dall'intersegamento in tale punto dalle circonferenze di due cerchi di determinata posizione.

CAPITOLO III.

Della sfera mondana.

15. La terra, nostra dimora, apparisce immobile in mezzo allo spazio infinito. Il Cielo simile al concavo di sterminata sfera, tutto cosperso di punti brillanti durante la notte, e nel dì illuminato dalla folgorante luce del sole, sembra volgersi da oriente in occidente intorno intorno nel corso di ore 24 con moto perpetuo ed uniforme, su di un'asse ideale, e seco trasporta ogni sua facella.

16. L'asse su di cui rota il Cielo, dicesi Asse del Mondo; e le due sue estremità si dicono poli celesti (a).

17. Dei poli del mondo, quello, che a noi sempre si mostra, e tiene a se vicino la stella polare, dicesi Polo Artico, settentrionale, o boreale; e l'altro opposto al primo, che a noi è sempre occulto, dicesi Polo Antartico, meridionale, o australe.

18. Nella esposta apparente rotazione del Cielo, gli astri sembrano descrivere tanti cerchi tra essi paralleli. Di tali cerchi, il massimo dicesi equatore, ed i minori diconsi paralleli dell'equatore.

19. Quindi l'Equatore celeste è un cerchio massimo della sfera mondana, che ha per poli i poli celesti, e per asse l'asse del mondo.

20. Dei due emisferi, nei quali dall'equatore rimane divisa la sfera mondana, uno dicesi emisfero boreale, ch'è quello ove trovasi il polo boreale; e l'altro chiamasi australe, ch'è quello ove sta il polo australe.

21. I Paralleli dell'equatore sono i cerchi minori della sfera mondana, paralleli all'equatore medesimo.

22. L'uomo posto in largo mare, o in una vasta pianura, in dove la sua visuale non è arrestata dalle preeminenze della terra, o da nubi, abbassandosi coll'occhio a livello del mare, egli non avverte la sfericità del globo terrestre, ed invece gli apparisce ritrovarsi nel centro di un cerchio; che separa il cielo dal mare, formante la base di un seg-

(a) Le dimostrazioni dei principii che si stabiliscono nel presente capitolo della sfera mondana, si intendono fatte coll'ajuto di una sfera armillare, cioè di quella machina che disegna una sfera divisa da cerchi più notabili della sfera mondana.

mento sferico, nella di cui volta facilmente può marcare un punto ideale che corrisponde al suo vertice, ed inoltre può immaginare un punto opposto per diametro nell'emisfero celeste a lui occulto, che rimane sotto i suoi piedi.

23. Dicesi Zenit o Vertice quel punto dell'apparente superficie della sfera mondana, che sovrasta alla testa dell'osservatore. Chiamasi Nadir o Antivertice quel punto del cielo, che rimane sotto i piedi dell'osservatore medesimo. La linea verticale è la congiungente immaginaria del zenit col nadir.

24. L'Orizzonte Astronomico o Razionale è quel cerchio massimo della sfera mondana, che ha per poli lo zenit ed il nadir, e per asse la linea verticale. Dei due emisferi, nei quali il mondo rimane diviso dall'orizzonte astronomico, uno dicesi Emisfero visibile, ch'è quello che l'osservatore tiene sempre a vista; e l'altro dicesi Emisfero invisibile, ch'è quello che non vede affatto.

25. Diconsi Paralleli di altezza tutti quei cerchi minori, che si suppongono descritti nell'emisfero visibile, paralleli all'orizzonte astronomico.

26. I Paralleli di dipressione sono quei cerchi minori, descritti nell'emisfero invisibile, paralleli allo stesso orizzonte.

27. Si denomina Orizzonte vero, o semplicemente Orizzonte quel parallelo di altezza, che tocca la superficie terrestre nel punto, ove stà situato l'osservatore; ed è appunto quel piano circolare che pare vedersi dall'uomo in largo mare nel modo come si è avvertito al n.° 22. Ecco il perchè tale orizzonte suole dirsi anche Fisico, e sensibile.

28. Dalle cose esposte risulta la facile determinazione di quattro punti nel Cielo, cioè de'due poli del mondo, dello zenit, e del nadir, sistenti in un medesimo piano, dal quale si otterrà la distinzione della sfera mondana nelle due parti uguali, orientale ed occidentale.

29. Il Meridiano celeste è quel cerchio massimo della sfera mondana, che passa per li poli del mondo, per lo zenit, e pel nadir. Dei due emisferi segnati dal meridiano celeste, dicesi Orientale quello in dove si vedono sorgere gli astri; ed Occidentale l'altro in dove gli astri compariscano tramontane.

30. Diconsi Archi Diurni le porzioni delle circonferenze dell'equatore e dei paralleli suoi, che venendo tagliati dal orizzonte astronomico, rimangono collocati nell'emisfero visibile. Chiamansi poi Archi notturni le rimanenti porzioni dell'equatore e dei paralleli suoi, che tagliati dall'orizzonte astronomico, restano situati nell'emisfero invisibile.

31. È uopo riflettere che le sezioni che si hanno dall'intersegarsi l'orizzonte astronomico coll'equatore e paralleli suoi, sono le corde sì degli archi diurni che dei notturni, e sono tante linee rette parallele; come sono parallele le sezioni formate dall'intersegnamento del meridiano coll'equatore e paralleli suoi; e che le prime incontrandosi colle

seconde, non nei medesimi piani, formano in tal'incontri angoli uguali e retti, per essere di questa specie gli angoli contenuti da simili sezioni, sistenti nel piano dell' equatore (7).

32. Or le sezioni del meridiano coll' equatore e paralleli suoi, passando per li centri di tali cerchi, e dividendo ad angoli retti le corde degli archi diurni e notturni, le divideranno pure per metà, e conseguentemente divideranno in parti uguali si gli archi diurni, che i notturni, sottesi da tali corde.

33. Laonde gli archi diurni dinotando le vie che descrivono gli astri, allorchè si trattengono nell' emisfero visibile, e disegnando gli archi notturni le vie che gli astri percorrono nel trattenersi nell' emisfero invisibile; ne risulta il perchè quanto tempo l'astro impiega dal suo sorgere sino a che giunge al meridiano nell' emisfero visibile, altrettanto ne trascorre per passare dal meridiano medesimo al suo tramontare, ed il come quanto tempo passa da che l'astro tramonta sino a che arriva nel meridiano nell' emisfero invisibile, altrettanto ne scorre da che lascia questa parte di meridiano sino a che giunge all' orizzonte nel suo sorgere.

34. Quindi il sole nel suo apparente moto diurno, allorchè passa pel meridiano nell' emisfero visibile, segna il mezzo giorno; e passando per la parte opposta del meridiano, segna la mezzanotte. Da tali fenomeni il meridiano riconosce il suo nome.

35. Nella sfera i cerchi cambiano sito, a misura che i poli di essi mutano posizione, e sino a che i poli medesimi non scambiano posto reciprocamente.

36. Dal che risulta che l' osservatore nell' andare da un luogo in un'altro, coll' istessa successione cambia zenit, nadir, linea verticale, ed orizzonte, e che giunto nel punto opposto per diametro a quello da dove parti, il suo orizzonte e la sua linea verticale si ripristinano nella primiera posizione, lo zenit diviene nadir, ed il nadir prende il posto dello zenit.

37. È chiaro altresì che a misura si cambia luogo verso oriente o verso occidente, così si cangia di meridiano, sino a che si giunge alla parte opposta del meridiano da dove prima si uscì.

38. I pianeti col moto di traslazione girano intorno al sole, non nel medesimo piano, ma per piani inclinati tra essi; e le inclinazioni di tali orbite vengono arrestate da due piani terminanti una fascia sferica, larga poco più di 16.°

39. Dicesi Zodiaco quella fascia sferica dell' universo, dentro di cui i pianeti fanno le di loro rivoluzioni intorno al sole: lo zodiaco rimane diviso in dodici parti uguali da 12 costellazioni, che diconsi segni dello zodiaco.

40. L' orbita che si descrive dalla terra intorno al sole, dicesi Ecclittica, la quale si suppone tracciata dal sole nel suo apparente moto annuo; e le si attribuisce la figura circolare, mentre in realtà è un' ellisse,

dentro di cui il sole occupa uno de' fuochi. La medesima fa angoli obbliqui coll'equatore celeste, varianti di 0",5 per ogni anno, in senso oscillatorio. L'obbliquità dell'ecclittica coll'equatore, nel 1806 dal Padre Piazzi fù misurata di 23.° 27', 49", 54; e sebbene tuttavia va diminuendo, pur non di meno negli usi della navigazione si suppone senza sensibile errore di 23.° 28'. In conseguenza i poli dell'ecclittica distano dai poli celesti per 23.° 28'; ed essi prendono nome del polo del mondo che rispettivamente avvicinano.

41. Chiamasi Nutazione il movimento oscillatorio che si osserva nell'asse del mondo, in virtù del quale l'equatore s'inclina ora più, ora meno per rapporto all'ecclittica, di cui si è fatta parola nel numero precedente.

42. Dicesi Aberrazione quel leggiero cambiamento che apparentemente si osserva nelle posizioni rispettive delle stelle, causato dal moto della terra combinato con quello della luce.

43. L'Ecclitica dunque è un cerchio massimo della sfera mondana, che s'intersega ad angoli obbliqui coll'equatore celeste, dei quali l'angolo acuto è di 23.° 28'.

44. L'ecclitica divide lo zodiaco per metà in senso parallelo ai due piani che terminano questa zona; e perciò ciascun segno dello zodiaco comprende un'arco dell'ecclittica di 30.°

45. Venendo l'ecclittica divisa per metà dall'equatore, ed essendo lo zodiaco tagliato per metà dall'ecclittica nel senso dei piani paralleli che lo terminano, ne risulta che l'equatore divide in parti uguali anche lo zodiaco; e perciò di questo i sei segni che restano nell'emisfero boreale, si dicono segni boreali; e gli altri sei segni che rimangono nell'emisfero australe si denominano segni australi.

46. I segni boreali dello zodiaco sono l'Ariete, il Toro, i Gemelli, il Granchio, il Leone, e la Vergine; mentre i segni australi dello stesso sono la Bilancia, lo Scorpione, il Sagittario, il Capricorno, l'Aquario, ed i Pesci.

47. I Coluri sono due cerchi massimi che s'intersegano ad angoli retti nei poli del mondo; dei quali uno passa per li punti d'intersezione dell'equatore coll'ecclittica, e dicesi coluro degli equinozii; e l'altro passa per li principii di Granchio e di Capricorno, e chiamasi coluro de'solstizii.

48. I Tropici ed i Polari sono quattro cerchi notabili fra i paralleli dell'equatore; i primi due per essere i piani terminanti la zona sferica, larga 46.° 56', che viene attraversata diagonalmente dal piano dell'ecclittica, e divisa per metà dall'equatore; gli altri due per essere descritti dai poli della ecclittica nell'universale apparente movimento della sfera mondana.

49. I tropici dunque sono due cerchi paralleli all'equatore, distanti dal medesimo per 23.° 28, e toccano l'ecclittica, uno nel principio della costellazione di granchio, che dicesi Tropico di granchio; e l'altro nel principio della costellazione di capricorno, detto perciò tropico di capricorno.

50. I Polari poi sono due paralleli dell'equatore, distanti da questo ognuno per 66.° 32', dei quali quello che stà vicino al polo boreale, dicesi polare artico, e l'altro che trovasi dappresso al polo australe, dicesi polare antartico.

48. I dinotati dieci cerchi, cioè l'equatore celeste, l'orizzonte astronomico, il meridiano, l'ecclittica, i due coluri, i tropici. ed i polari sono i cerchi più rimarchevoli della sfera mondana; perchè coll'ajuto di essi si determinano le posizioni di tutti gli altri cerchi, per mezzo de' quali determinare si possono i siti che hanno i corpi celesti nell'universo si nelle apparenti, che nelle reali rivoluzioni che fanno.

49. Diconsi Intersezioni, o Punti Equinoziali, quei due punti nei quali l'ecclittica s'intersega coll'equatore: de' quali chiamasi intersezione di Ariete quella per ove passa il sole, verso li 20 marzo, nel lasciare l'emisfero australe per andare nell'emisfero boreale; e l'altra dicesi intersezione della bilancia, per ove il sole passa verso li 22 a 23 Settembre, nell'escire dall'emisfero boreale per passare all'emisfero australe.

50. I punti equinoziali per effetto dell'attrazione del sole e della luna sulla terra, hanno un movimento retrogrado da oriente in occidente, che dicesi *Precessione degli equinozii;* e la sua intera rivoluzione si compie in anni 25867 facendo un movimento non uniforme ed equabile, ma il moto medio che fanno essi in ogni anno, si può dire essere di 50", 103. Per effetto della precessione degli equinozi, ai tempi d'Ipparco la intersezione di Ariete aveva luogo nel principio della costellazione di tal nome, mentre ora succede nella costellazione di Aquario. Come pure è una conseguenza della precessione degli equinozii, combinata colla nutazione, e colla aberrazione, che le stelle compariscono essere in luoghi diversi da quelli che realmente occupano.

51. È cosa manifesta che i due coluri dividono l'eclittica in quattro quadranti; e che questi intervalli distinguono i periodi delle quattro stagioni dell'anno; delle quali la Primavera è il tempo che il sole impiega per passare dalla intersezione di Ariete al principio di Granchio, cioè dal 20 marzo al 21 Giugno; l'Estate è il tempo che decorre da che il sole dal principio di Granchio va all'intersezione della Bilancia, cioè dal 21 Giugno al 22 o al 23 Settembre; l'Autunno è l'intervallo di tempo che il sole impiega per andare dalla intersezione della Bilancia al principio di Capricorno; e l'Inverno è il tempo che il sole si trattiene per far passaggio dal principio di Capricorno all'intersezione di Ariete.

52. Diconsi cerchi di Declinazione, i cerchi massimi della sfera mondana, che passano per li poli celesti; ed essi sono destinati a misurare le distanze degli astri dall'equatore celeste.

53. La Declinazione di un'astro è la distanza dal centro dell'astro all'equatore celeste, misurata dall'arco del cerchio di declinazione che passa pel centro dell'astro; la medesima cresce dall'equatore verso i poli celesti fino a 90°; e si distingue in due specie, boreale ed australe, secondo l'emisfero in cui si ritrova l'astro.

54. La Distanza polare di un astro è l'arco del cerchio di declinazione, interposto fra il centro dell'astro ed uno de' poli celesti. Dunque la distanza dell'astro dal polo più vicino si ha dal complemento della declinazione dell'astro; e la distanza dal polo più lontano si ottiene coll'aggiungere la declinazione dell'astro a 90.°

55. Il sole nel suo annuo moto apparente, poco prima o dopo del dì 20 marzo si trova nell'intersezione di Ariete, ove col suo apparente moto diurno percorre la circonferenza dell'equatore celeste, il di cui arco diurno pareggiando il corrispondente arco notturno, fa avverare l'uguaglianza del giorno alla notte: tale fenomeno dicesi Equinozio diprimavera.

56. Parte il sole da tale punto equinoziale, si avvia per l'ecclittica, e percorsa la costellazione di Ariete, giunge verso il dì 21 aprile nel principio della costellazione di Toro, d'onde esce nel dì 21 maggio, ed entra nella costellazione di Gemelli, dalla quale sorte circa il dì 21 Giugno, ed entra nel principio della costellazione di Granchio, ove ritrovandosi il sole nella massima distanza dall'equatore di 23.° 28", incomincia ad approssimarsi allo stesso; e per effetto di tale movimento in senso retrogrado per rapporto all'equatore, apparisce il sole fermarsi nel cielo. Ecco il perchè un tal fenomeno dicesi solstizio di estate, o di granchio.

57. Proseguendo il sole il suo annuo corso, giunge nel dì 21 Luglio in Leone, nel 21 Agosto in Vergine e circa li 22 a 23 Settembre arriva nell'intersezione di libra, ove girando di nuovo l'equatore col suo moto comune, ne deriva che di bel nuovo il giorno è uguale alla notte, e quindi avviene l'altro equinozio, che dicesi equinozio di autunno.

58. Esce il sole da questo punto equinoziale e passando oltre, giunge nel dì 21 ottobre in Scorpione, nel 21 novembre in Sagittario, e nel dì 21 dicembre nel principio di Capricorno, ove succede il solstizio d'inverno; di là partendo, arriva nel dì 21 gennajo in Aquario, nel dì 21 febbrajo in Pesci, e nel dì 20 marzo ritorna in Ariete.

59. Dal che si rileva che il sole ha declinazione boreale nel tempo che percorre i segni boreali dello zodiaco, ed ha declinazione australe nel tempo in cui passa per li sei segni australi; mentre è privo di declinazione nei due giorni equinoziali.

60. Risulta altresì che la declinazione boreale del sole và crescendo nella prima-vera, e và diminuendo nella està; mentre la declinazione australe và aumentando nell'autunno, e và minorando nell'inverno.

61. È chiaro parimenti che colla declinazione dell'astro si ottiene la posizione del parallo che passa per l'astro medesimo; e dal confronto delle declinazioni di due astri si conosce, se un'astro è a nord o a sud di un'altro, e di quanto.

62. L'Ascenzione retta di un'astro è l'arco dell'equatore celeste, terminato dall'intersezione di ariete e dal semicerchio di declinazione che passa per l'astro, contata da occidente in oriente sino a 360°. Quindi

coll' ascensione retta di un' astro si ottiene la posizione del semicerchio di declinazione che passa per l' astro medesimo; e dal confronto delle ascensioni rette di due astri si conosce se un' astro è a oriente o a occidente di un' altro, e di quanto; rimanendo ad oriente quell' astro, la di cui ascensione retta è maggiore.

63. Laonde mediante l'ascensione retta e la declinazione di un'astro si determina il sito che l' astro ha, per rapporto all' equatore, cioè il sito che ha nel suo apparente moto diurno; poichè ove s'intersegano il semicerchio di declinazione, che si ottiene con l'ascensione retta, col parallelo dell'astro, che si ha colla declinazione, in quel punto trovasi l'astro.

64. I cerchi *di latitudine* sono i cerchi massimi che passano per li poli dell'eclittica; e sono essi immaginati per misurare le distanze degli astri dalla eclittica.

65. La *latitudine* di un' astro è la distanza del centro dell' astro dall' eclittica. Essa si distingue in due specie, boreale ed anstrale, secondochè l'astro si ritrova nell'emisfero segnato dall'eclittica, che comprende il polo boreale, o il polo australe.

66. La *longitudine* di un' astro è l' arco dell' eclittica, terminato dall' intersezione di ariete e dal semicerchio di latitudine, che passa per l'astro, contata da occidente in oriente dall' equinozio di primavera fino a 360.° Quindi con la longitudine si ottiene la posizione del semicerchio di latitudine che passa per l' astro.

67. Laonde il sito che ha l' astro per rapporto all' eclittica, cioè il sito che ha nel suo moto proprio, si determina mediante la longitudine e la latitudine dell'astro; poichè colla longitudine si ha il semicerchio di latitudine, e contata su di tale semicerchio la latitudine dell'astro verso nord o sud, secondo la sua specie, si avrà nel termine di questa il sito dell'astro; menochè non si tratterà del sito che il sole ha nel suo annuo moto apparente, poichè esso si potrà ottenere colla sola sua longitudine.

68. I *cerchi verticali* sono de' cerchi massimi della sfera mondana, che passano per lo zenit e pel nadir; e sono essi destinati sì a misurare le distanze degli astri dall' orizzonte, che a determinare le direzioni per ove rimangono i medesimi astri.

69. L'*altezza* di un' astro è la distanza, che dall' orizzonte ha il centro dell' astro, posto nell' emisfero visibile; ovvero l'arco del cerchio verticale interposto tra l' orizzonte ed il centro dell' astro, situato nell' emisfero visibile.

70. La *depressione* dell' astro è la distanza che dall' orizzonte ha il centro dell' astro, situato nell' emisfero invisibile.

71. Quindi sì le altezze, che le depressioni degli astri crescono dall' orizzonte sino a 90.°

72. Dicesi *altezza meridiana* l' altezza che l' astro ha nel passare pel meridiano; la quale è la massima di tutte le altezze che l'astro può avere nel descrivere il corrispondente arco diurno, poichè la perpendicolare calata sull' orizzonte dall' intersegamento del meridiano coll' arco

diurno, essendo la massima di tutte le perpendicolari che dagli altri punti dello stesso arco diurno abbassare si possono sull'orizzonte medesimo; ed inoltre essendo tali perpendicolari le metà delle corde degli archi doppî di quelli esprimenti le diverse altezze dell' astro, nel trattenersi nell' emisfero visibile, ne avviene che l' altezza meridiana è la massima fra tali altezze.

73. Quindi per l' astro che si ritrova nell' emisfero visibile, la sua altezza va crescendo dall' orizzonte sino a che giunge al meridiano, e va poi diminuendo dal meridiano all' orizzonte.

74. Inoltre gli astri che girano per paralleli, che non tagliati dall' orizzonte, restano nell' emisfero visibile, hanno essi due altezze meridiane; una fra l' orizzonte ed il polo elevato, che dicesi *altezza meridiana inferiore*; e l' altra fra il polo elevato e lo zenit, che dicesi *altezza meridiana superiore*.

75. L' *azimutto* di un' astro è l' angolo sferico formato nello zenit dal meridiano celeste e dal semicerchio verticale che passa per l' astro; ed è tale angolo misurato dall' arco dell' orizzonte terminato dal cardine nord o sud ed il punto dello stesso orizzonte, segnato dal semicerchio verticale dell' astro.

76. Quindi mediante l' azimutto dell' astro si conosce la direzione per ove rimane situato l' astro, allorchè si ritrova nell'emisfero visibile. Ed inoltre coll'azimut e con l' altezza dell'astro si determina la posizione che l' astro ha per rapporto all' orizzonte, poichè coll'azimut si ha la posizione del verticale dell'astro, e con l' altezza la posizione del parallelo di altezza, che passa per l'astro; e perciò ove questi due cerchi s'intersegano, ivi trovasi l'astro per rapporto all' orizzonte.

77. Il *primo verticale* è quel cerchio verticale che s' intersega col meridiano celeste ad angoli retti; e perciò questi due cerchi massimi dividono l'orizzonte in quattro quadranti; ed i punti di intersezione si dicono *Cardini del mondo*: fra quali di quelli segnati dal meridiano, uno dicesi *tramontana* o *nord*, e l' altro *mezzo-giorno* o *sud*; mentre dei due cardini segnati del primo verticale, uno chiamasi *levante* o *est*, e l' altro *ponente* o *ovest*. Ai mentovati quattro cardini si rapportano i quattro rombi principali della rosa de' venti nella bussola, di cui si farà parola a suo luogo.

78. *L' amplitudine* di un'astro è l' arco dell'orizzonte terminato dal cardine est, e ovest, ed il punto dello stesso orizzonte ove sorge e tramonta l' astro. Quindi coll' amplitudine si ha la posizione dell' astro, allorchè trovasi sull' orizzonte.

79. L' amplitudine si distingue in ortiva ed in occidua, secondo che riguarda il sorgere o il tramontare dell'astro; e sì l' amplitudine ortiva, che l' occidua si dice boreale, o australe, secondo l' emisfero in cui trovasi l' astro, allorchè sorge o tramonta.

CAPITOLO IV.

Della terra.

80. La terra, come si è detto è il pianeta da noi abitato. La sua orbita è l'eclittica, ch'è un'elisse, di cui il sole occupa uno de' fuochi. Essa ha il triplice movimento, come si è accennato, di traslazione intorno al sole, di rotazione sul proprio asse, e di oscillazione nel suo asse medesimo.

81. La figura della terra è quella di uno sferoide (a), anzi di uno sferoide irregolare, compressa sensibilmente nei poli, ed elevata nell'equatore, il di cui diametro eccede l'asse terrestre di circa 25 miglia.

82. La superficie della terra vedesi distinta in *terre* e *mari*, ed in guisa che la estensione superficiaria de' mari forma tre quarte parti dell'esteriore del globo terrestre.

83. Nello interno, la terra è composta di strati di materie tra esse eterogenee, generalmente disposti con regolarità, e quasi l'uno parallelo all'altro.

84. Nella parte esteriore, la terra presenta in diverse figure differenti montagne, avvallamenti, e pianure. Quivi si osservano vaste pianure, interrotte da colline e da valli. Più in là si vedono lunghe catene di monti, che si elevano fino alle nubi, le di cui creste sono sempre agghiacciate.

85. Dalle viscere de' monti scaturiscono i fiumi, e dopo aver irrigate diverse contrade per lunghi e tortuosi sentieri, vanno a gettare le loro acque nel mare.

86. In mare ci si presentano delle isole, de' banchi insidiosi, dei pericolosi scogli, delle impetuose correnti, fra le quali quel flusso e riflusso delle acque, che ammirabilmente le innalza e le abbassa in ogni sei ore.

87. Animali e piante si rinvengono da per ogni dove sulla terra e nel mare, e diverse specie di questi esseri vivificati, svariate all'infinito, sono in relazione con ogni località. Un fluido raro, trasparente, elastico, circonda il globo terrestre a considerevole altezza. Questa sostanza aerea è l'atmosfera, sede de' venti, serbatojo delle nubi, vapori, nebbie, rugiade, pioggie, nevi, grandini, ed altre aeriforme.

88. *L'asse terrestre* è la porzione dell'asse del mondo, intercetta dalla superficie della terra; e gli estremi di tale asse si dicono poli della terra, de' quali ciascuno prende il nome del polo celeste, al quale sta sottoposto; così il polo boreale terrestre soggiace al polo boreale celeste, ed il polo australe terrestre al polo australe celeste.

89. Supposta la terra nel centro della sfera mondana, ne risulta che tutti i cerchi immaginati nell'universo vanno ad intersegare la terra, descrivendovi in essa de' corrispondenti cerchi.

(a) Dicesi sferoide il solido generato dal rivolgersi di un' ellisse intorno al suo asse maggiore sino a che ritorna al sito d' onde incominciò a muoversi.

90. L'*Equatore terrestre* è il cerchio massimo della terra che ha per poli i poli della medesima, formante uno stesso piano coll'equatore celeste.

91. Dei due emisferi terrestri, terminati dall' equatore, uno dicesi emisfero boreale, ch'è quello de'luoghi posti fra l'equatore ed il polo settentrionale; e l'altro dicesi emisfero australe, ch'è quello de'luoghi situati fra l'equatore ed il polo australe.

92. I *paralleli dell'equatore* terrestre sono i cerchi minori della terra, paralleli all'equatore.

93. I *meridiani terrestri* sono i cerchi massimi della terra, che passano per li poli della medesima, segnati in essa dai meridiani celesti. E di tali cerchi, dicesi *meridiano del luogo*, il semimeridiano terrestre che passa pel luogo.

94. La *latitudine del luogo* è la distanza del luogo dalla circonferenza dell'equatore, ovvero l'arco del meridiano del luogo, interposto fra il luogo e l'equatore. Essa si distingue in latitudine boreale, ed in latitudine australe, secondo l'emisfero in cui ritrovasi il luogo.

95. Quindi le latitudini crescono dall'equatore verso i poli fino a 90°; e diminuiscono verso l'equatore, in dove i luoghi non hanno latitudine; e conseguentemente le latitudini boreali crescono verso nord, e diminuiscono verso sud; mentre le latitudini australi crescono verso sud, e diminuiscono verso nord.

96. Si ricava inoltre che i luoghi posti nel medesimo parallelo, hanno la stessa latitudine in gradi ed in ispecie; quelli posti in diversi paralleli dello stesso emisfero, hanno la latitudine differente in gradi, e dell'istessa specie, quelli situati in paralleli di diversi emisferi, ed in ugual distanza dall'equatore, hanno la latitudine uguale in gradi, ma di diversa specie; e finalmente quelli collocati in paralleli di diversi emisferi, ed in disugual distanza dall'equatore, hanno la latitudine differente in gradi ed in ispecie.

97. Ed infine si rende chiaro che mediante la latitudine di un luogo, si determina la posizione del parallelo, che passa pel luogo; e che dal confronto delle latitudini di due luoghi, si conosce se un luogo trovasi posto a tramontana o a mezzogiorno di un'altro, e di quanto.

98. Nell'universo, tutti i corpi celesti, coll'apparente loro moto diurno girano continuatamente da oriente in occidente; e quelli che hanno un moto proprio, si muovono da occidente in oriente senza mai fermarsi. Da ciò risulta chiaro, non esservi punto fisso alcuno di determinata posizione, sì nell'emisfero orientale, che nell'emisfero occidentale, neppure idealmente; e conseguentemente non vi è meridiano che abbia una naturale determinata posizione, come la possiede l'equatore celeste.

99. Dal che sorge la necessità di prendere su la terra il meridiano di un luogo ad arbitrio, e rapportare ad esso i meridiani degli altri luoghi, che restano ad est, o ad ovest del medesimo, onde avere un mezzo facile a determinare le posizioni de' luoghi.

100. Dicesi *primo meridiano*, quel meridiano a cui si rapportano i meridiani di tutti gli altri luoghi. Se bene il primo meridiano sia arbitrario, come si è avvertito nel numero precedente, pur tutta via il marino per comodità di calcolo, suole adoprare per primo meridiano, quello che trovasi stabilito per tale nelle carte idrografiche, o nelle tavole astronomiche, che ha per le mani.

101. La *longitudine* del luogo è l'arco dell'equatore terrestre, intercetto tra il primo meridiamo ed il meridiano del luogo.

102. Le longitudini dei luoghi solevano contarsi dal primo meridiano verso oriente fino a 360°; ma per la maggior comodità è prevalso l'uso di contare la longitudine dal primo meridiano 180° verso est, e 180° verso ovest.

103. Quindi è che le longitudini si distinguono in due specie, orientale, ed occidentale, cioè est ed ovest, secondo l'emisfero terminato dal primo meridiano, in cui ritrovasi il luogo.

104. Laonde le longitudini est crescono verso est sino a 180°, e diminuiscono verso ovest sino a zero; mentre le longitudini ovest crescono verso ovest fino a 180°, e diminuiscono verso est fino a zero.

105. Infine si ricava che per mezzo della longitudine di un luogo si ottiene la determinazione del meridiano che passa pel luogo; e che dal confronto delle longitudini di due luoghi si conchiude, se un luogo è ad occidente, o ad oriente di un'altro, e di quanto.

106. A facilitare nella pratica l'uso delle longitudini dei luoghi, giova distinguere il meridiano in due semimeridiani; e denominare primo semimeridiano quella metà del primo meridiano, da dove s'incominciano a contare le longitudini de' luoghi; e dar nome di secondo semimeridiano all'altra metà del primo meridiano, in dove le longitudini vanno a terminare.

107. Riavvicinando i numeri 96 e 103 si rileva facilmente che il sito di un luogo sulla superficie della terra, per esempio quello, ove trovasi un naviglio, si determina colla latitudine e colla longitudine, in cui sta tale naviglio; poichè con la longitudine si ha il meridiano del naviglio, e colla latitudine si ottiene il parallelo del medesimo. Ove questi due cerchi s'intersecano, ivi trovasi il sito del naviglio.

108. Ecco perchè le principali e le più accurate ricerche del navigatore sono dirette alla determinazione della latitudine e della longitudine, che la nave ha nei luoghi, successivamente da lei occupati nei viaggi marittimi che intraprende.

109. Onde ripartire i luoghi su la terra, soggetti alla maggiore o minore influenza de'raggi ardenti del sole, si rendono anche notabili nel globo terrestre i quattro paralleli dell'equatore, segnalati pure nella sfera mondana; e sono i due tropici, che distano ciascuno per 23° 28′ dall'equatore, ed i due polari che sono lontani dall'equatore medesimo per 66° 32′.

110. L'equatore, i due tropici, ed i due polari distinguono la su-

perficie terrestre in sei zone, delle quali, le due fra l'equatore ed i tropici diconsi *zone torride*, e ciò perchè i raggi solari incidendo su di esse in direzione perpendicolare all'orizzonte, o in picciola obbliquità, comunicano il calorico alla terra con attività ed efficacia massima; e di tali zone una dicesi zona torrida boreale, e l'altra zona torrida australe, secondo l'emisfero in cui si ritrova. Le due zone fra i tropici ed i polari si denominano *zone temperate*; e ciò perchè incidendovi i raggi solari in una obbliquità media, o approssimativamente tale, producono in esse un clima dolce e gradevole; di queste una dicesi zona temperata boreale, e l'altra australe. Infine le due zone poste fra i polari ed i poli, che in realtà sono due segmenti sferici, si dicono *zone glaciali* o *ghiacciate*; e ciò dal perchè arrivandovi i raggi solari nella massima obbliquità, o approssimativamente tale, vi comunicano il calorico nella minima o in poca parte, e l'aggliacciamento si rinviene in esse quasi permanente e perpetuo: di queste ultime anche una dicesi zona glaciale boreale, e l'altra australe.

CAPITOLO V.

Delle differenti posizioni di sfera.

111. Cambiandosi orizzonte a misura che si cambia luogo (36), sino a che si giunga ad un punto opposto per diametro; e rimanendo l'equatore in una costante situazione, ne avviene che a misura si cambia luogo, l'apparenza del cielo si presenta sotto diverso aspetto, e l'orizzonte astronomico muta situazione per rispetto all'equatore e paralleli suoi.

112. Dicesi *posizione di sfera*, la situazione diversa che può avere l'orizzonte astronomico coll'equatore e paralleli suoi. E perchè un piano può intersegare un'altro piano ad angoli retti, lo può tagliare ad angoli obbliqui, o può l'uno confondersi coll'altro; perciò si distinguono tre differenti posizioni di sfera; e sono retta, obbliqua e parallela.

113. La posizione di *sfera retta* è quella in cui l'orizzonte taglia l'equatore e paralleli suoi ad angoli retti. È manifesto che tale posizione di sfera è per gli abitanti che sono nel piano dell'equatore, i quali avendo il di loro zenit e nadir nella circonferenza dell'equatore celeste; ne risulta che i poli del mondo sono nella periferia dell'orizzonte astronomico. Quindi i principali fenomeni della posizione di sfera retta sono i seguenti: 1°. Gli archi diurni sono uguali agli archi notturni, e perciò i giorni sono sempre uguali alle notti. 2.° Gli astri girano tutti per piani perpendicolari all'orizzonte. 3.° Allorchè gli astri sorgono o tramontano, hanno le declinazioni uguali alle amplitudini. 4.° Trovandosi l'astro a girare per l'equatore, non cambia affatto di azimut, rimanendo sempre per est o per ovest.

114. La posizione di sfera obbliqua è quella, in cui l'orizzonte ta-

glia l'equatore è paralleli suoi ad angoli obbliqui. È chiaro che tale posizione di sfera è per gli abitatori, situati fra l'equatore ed i poli del mondo; e che i fenomeni principali della posizione di sfera obbliqua sono i seguenti: 1.° Trovasi elevato sull'orizzonte il polo del nome dell'emisfero, in cui stà l'osservatore, ed in modochè l'altezza di tale polo è uguale alla declinazione del vertice; poichè essendo arco di quadrante sì l'arco di meridiano fra lo zenit e l'orizzonte, che l'arco dell'istesso meridiano fra l'equatore ed il polo elevato, toltone il comune arco fra quest'ultimo punto e lo zenit, rimane l'arco esprimente la declinazione del vertice uguale all'arco dinotante l'altezza del polo elevato. La latitudine del luogo è uguale in gradi alla declinazione del vertice, ed all'altezza del polo elevato; poichè la latitudine del luogo e la declinazione del vertice, venendo espresse d'archi simili di meridiani, per esser entrambi misura del medesimo angolo, contenuto dalle rette tirate dal centro della terra, una allo zenit, e l'altra all'intersegamento del meridiano coll'equatore; e dimostratasi la declinazione del vertice uguale all'altezza del polo elevato, ne risulta che la latitudine del luogo è sempre uguale in gradi alle ultime dinotate quantità. 3.° I giorni sono ineguali alle notti, menochè nei due giorni equinoziali; sono i giorni maggiori delle notti, allorchè il sole si trattiene nell'emisfero del polo elevato; e sono poi minori delle notti, allorchè il sole fà le sue rivoluzioni nell'emisfero da polo depresso: ciò perchè ritrovandosi il sole nell'emisfero del polo elevato, allora i centri de' paralleli dell'equatore, per la loro obbliquità coll'orizzonte, sono posti superiormente all'orizzonte; e sono poi i centri de' paralleli medesimi al disotto dell'orizzonte, nell'emisfero del polo depresso. 4°. Gli astri tutti girano per piani inclinati all'orizzonte; e non tramontano quelli che descrivono i paralleli dell'equatore i quali non tagliati dall' orizzonte, restano nell'emisfero visibile, mentre non sorgono gli altri astri che girando per paralleli non tagliati dall'orizzonte, rimangono nell'emisfero invisibile. 5.° L'amplitudine dell'astro è sempre maggiore della sua declinazione; poichè queste due quantità sono espresse da due lati di un triangolo sferico rettangolo, e la prima sottende l'angolo retto formato nell'equatore col cerchio di declinazione, mentre la seconda sottende un angolo acuto, ch'è quanto il complemento della latitudine del luogo. 6.° Infine quell'astro passa pel primo verticale, quello la di cui declinazione è della medesima specie del polo elevato, ed è minore della latitudine del luogo.

115. La posizione di sfera parallela è quella, in cui l'equatore forma un medesimo piano coll'orizzonte astronomico. È manifesto che tale posizione è per l'osservatore che sarebbe situato in uno de' poli; e che i fenomeni principali della stessa sono i seguenti: 1.° Lo zenit si confonde col polo elevato, e la linea verticale forma una medesima linea coll'asse del mondo. 2.° Gli astri girano sempre per piani paralleli all'orizzonte. 3.° Non tramontano quegli astri che fanno le loro rivoluzioni nell'emisfero del polo visibile; e ne sorgono gli altri che girano nell'emi-

sfero invisibile. 4.° Il sole si trattiene nell' emisfero visibile, allorchè percorre i sei segni dello zodiaco dell' emisfero del polo elevato; e conseguentemente vi sono sei mesi di continuo giorno, e sei mesi di perpetua notte. 5.° L'altezza dell'astro è la stessa che la sua declinazione. 6.° Non sono distinguibili i quattro cardini del mondo; e perciò non sono determinabili gli azimutti degli astri, e molto meno le amplitudini.

PARTE II.

DEL PUNTO STIMATO.

CAPITOLO I.

Introduzione.

115. Il navigatore per essere ben istruito delle cognizioni che riguardano il suo mestiere, dovrebbe apparare il pilotaggio, la manovra, l'attrazzatura, e la costruzione navale, che formano le parti componenti la scienza della navigazione. Noi tratteremo del solo pilotaggio.

116. Il Pilotaggio è la scienza che insegna a ben dirigere la nave per andare da un luogo in un'altro al più presto possibile, e di determinare in qualunque istante il punto, ove la nave si ritrova.

117. Le navigazioni che si fanno possono essere costiere, o in alto mare; cioè o non lasciando mai di vista una costa conosciuta, o perdendo di vista il terreno, non si osserva che mare e cielo. Per ben governare il naviglio nelle navigazioni costiere, si richiedono cognizioni di mero fatto, che si possono facilmente acquistare con la sola pratica. A ben regolare le navigazioni in alto mare, è senza dubbio util cosa per lo marino l'essere addomesticato coll'eventualità marittime, per conoscere a colpo di occhio i vantaggi che gli si presentano, ed i mali che lo minacciano, onde con prontitudine profittare al maggior possibile dei primi, e scansare alla meglio i secondi; o non potendo evitarne l'aggressione, cooperarsi a riportarne il minor danno possibile: ma deve sapere benanche delle convenevoli teoriche, che noi distingueremo in quelle che riguardano il *punto stimato*, ed in quelle che riflettono l'*astronomia nautica*.

118. Il punto stimato è il punto esprimente il sito, ove trovasi il naviglio, determinato con elementi non ottenuti per mezzo di osservazioni astronomiche. In questa seconda parte saranno esposti i metodi più sicuri per ottenere il punto stimato.

CAPITOLO II.

Del modo di conoscere la direzione e la distanza che percorre la nave.

SEZIONE I.

INTRODUZIONE.

119. Volendoci conferire in un luogo che non abbiamo a vista, è chiaro che abbiamo bisogno di conoscere la direzione da dover seguire e la distanza da percorrere per potervi con sicurezza giungere. Dunque

è di somma importanza pel navigatore, la conoscenza sì della direzione da darsi al naviglio in una navigazione in alto mare, che delle miglia da percorrere, onde arrivi nel luogo, ove si ha in proposito di andare.

120. Dicesi *punto di partenza*, quel luogo che la nave lascia per passare in un'altro luogo. Dicesi *punto di arrivo*, quello ove giunge la nave. E chiamasi *punto di destinazione*, quello per ove il naviglio viene spedito, o per ove il nocchiere si propone di andare.

121. Dicesi *Rotta*, *Corsa*, o *rombo*, la direzione per ove la nave cammina; e pel caso che non naviga per nord, o sud, si può definire la rotta essere l'angolo formato nel punto di partenza dal meridiano del luogo, e dalla linea che la nave traccia sul mare nella sua navigazione.

122. La *distanza* è il numero delle miglia che la nave percorre sino al punto di arrivo, o che percorrer deve per giungere nel punto di destinazione.

123. Or il meridiano di partenza essendo nel globo terrestre un cerchio di determinata posizione, noto che sarà il punto di partenza, ne risulta che conoscendosi l'angolo che forma la linea del rombo seguito dalla nave con lo stesso meridiano, viene ad essere data di sito anche la linea tracciata dalla rotta; e sapendosi il numero delle miglia di distanza, percorse su di tale linea, sarà di determinata situazione anche il punto di arrivo. Da tali considerazioni risulta la necessità che si ha nella navigazione di conoscersi la rotta e la distanza percorsa dalla nave.

124. A mare si misura l'angolo del rombo per mezzo della *bussola*, ed il cammino della nave per mezzo del *loch*: tali istrumenti formano gli oggetti delle due seguenti sezioni.

SEZIONE II.

DELLA BUSSOLA, E DEL MODO DI PROVVEDERE ALLE SUE IMPERFEZIONI.

125. La *bussola* è un'istrumento che ci fà conoscere il rombo che siegue la nave, ed inoltre serve di regolo al timoniere per poter coll'ajuto del timone far mantenere la prua del naviglio per quella rotta che meglio conduce al punto di destinazione, suggerita dal fine proposto o dall'eventualità marittime, che accadono nel corso della navigazione.

126. I pezzi principali della bussola, sono *l'ago calamitato*, e la *rosa de' venti*.

127. L'ago calamitato è una lamina di acciajo ben temperato, la di cui miglior figura sarebbe quella di un rombo, come N S (fig. 2): esso ha nel punto medio il forame q. ove trovasi incastrato un cappelletto di pietra agata o di cristallo, della figura di un cono incavato, capace di ricevere un perno ben aguminato, destinato a sospendere in equilibrio l'ago calamitato, in modo che questo possa liberamente girarvi intorno, ma animato dalla forza magnetica, comunicatagli dalla

pietra calamita (a), l'ago calamitato nel fermarsi, presenta una punta nella direzione del cardine nord, e l'altra a quella del cardine sud, o approssimativamente.

128. Il miglior modo di calamitare gli aghi è quello dettatoci da Colombo, celebre conoscitore delle scienze fisiche; e per eseguirlo si procede così. — Si situa l'ago su di un piano orizzontale, e si dispone in una direzione la più prossima a quella di nord e sud. Si applicano nel forame dell'ago due bottoni di diverso nome di due pietre magnetiche armate, o di pietre calamite artificiali, inclinati al piano dell'ago in modo, che facciano tra essi un'angolo di 61,° e colla stessa inclinazione si distaccano i due bottoni della pietra, facendoli strofinare l'ago dal forame verso l'estremità: se ne ripeta lo strofinamento 10 a 12 volte, sempre dal forame in fuori, e si badi di non toccare l'ago dall'estremità verso il forame dell'ago. Fatto ciò si avrà sufficientemente calamitato l'ago; e posto questo nella libertà di girare, si osserverà che la parte dell'ago calamitato col bottone sud, nel fermarsi si dirigerà verso il cardine nord o approssimativamente; mentre l'altra parte guarderà il sud.

129. La rosa de'venti è un cerchio di cartoncino, diviso nei suoi 360°, e distinto in quattro quadranti da due diametri, l'uno perpendi-

(a) La pietra magnetica nominata semplicemente Calamita, è una pietra di color bruno, le di cui parti sostanziali si avvicinano a quelle del ferro, dal quale differisce poco per rapporto al peso. Si ritrova per lo più nelle miniere di ferro, o di rame, ed anche nelle loro vicinanze; le più stimate vengono dalle Indie; ma l'Italia, l'Alemagna, la Svezia, e la Spagna ne forniscono anche delle buone.

Le principali proprietà della calamita sono di attirare a sè le materie della sua specie, cioè il ferro, e l'acciajo; 2.° di dirigere una delle sue dimensioni al nord, ed a sud, o approssimativamente, allorchè trovasi nella libertà di girare; 3.° di comunicare le stesse proprietà al ferro, ed all'acciajo, allorchè questi metalli sono convenevolmente strofinati colla medesima.

I poli della pietra magnetica sono le due estremità della dimensione, che essa dirige a nord, ed a sud, allorchè il corpo magnetico vien sospeso dal suo centro di gravità, prendendo ciascuno il nome del polo del mondo, a cui è diretto. La congiungente tali poli chiamasi Asse della calamita. La sezione, che taglia l'asse per metà, ed ad angoli retti dicesi Equatore. Finalmente la sezione, che si ha dal piano, che passa per l'asse della calamita si denomina Meridiano Magnetico.

Per assicurarsi se la pietra magnetica è fornita di tutte le indicate proprietà è uopo porla nella limatura di ferro, o di acciajo, se essa ritiene tali limature, e che in due punti opposti le piccole barbe di ferro, si elevano quasi perpendicolarmente sulla superficie della pietra, allora si può riguardarla come buona. I suddetti due punti opposti indicano i poli della calamita.

È talmente naturale alla pietra magnetica l'avere dei poli, che in qualunque numero di parti vien divisa; ciascuna porzione di essa avrà sempre due poli. Giova marcare, che i poli della calamita hanno una proprietà notabile; ed è quella, che se si presentano due pietre magnetiche, l'una all'altra per li poli dell'istesso nome, esse si respingono; mentre presentandosi per li poli di nomi differenti, esse si attraggono.

Generalmente parlando, la pietra magnetica nel suo stato naturale, e come si estrâe dalla terra, ha poca forza. Aumenta considerabilmente la sua virtù, venendo armata con la seguente preparazione. Allorchè si sono rinvenuti i lati, dove sono i

colare all'altro, de'quali quello che corrisponde all'ago calamitato è distinto dal giglio in quella parte che guarda il nord; ed in oltre vedesi divisa in 32 parti uguali, da 32 raggi, che fan tra essi angoli uguali, ognuno di 11.° 15', che diconsi rombi della bussola, o aje di venti.

130. Il diametro, sotto di cui sta l'ago calamitato, dalla parte del giglio prende il nome di nord, e dalla parte opposta ha il nome di sud; e del diametro perpendicolare al primo, la parte a dritta di colui, che ha il giglio di faccia, dicesi est, e la parte a sinistra dello stesso denominasi ovest. I quattro rombi N, S, E, ed O diconsi rombi principali. I quattro quadranti, distinti dai quattro rombi principali, prendono il nome di 1° 2° 3° o 4° quadrante; e di essi il primo quadrante è quello che incomincia da nord, e termina ad est; il secondo quadrante è quello che principia da sud e finisce in est; il terzo quadrante da sud và a finire in ovest, ed il quarto quadrante da nord mette capo in ovest.

131. Ogni quadrante della rosa, terminato da N, S, E, ed O, comprende otto rombi della bussola, i quali riferiti alla linea nord e sud, ne risulta che di ciascun quadrante della rosa, il primo rombo è di 11.° 15', il secondo di 22.° 30', il terzo di 33.° 45', il quarto di 45°, il quinto di 56.° 15', il sesto di 67.° 30', il settimo di 78.° 45', e l'ottavo di 90°.

132. I quattro rombi che dividono per metà i quattro quadranti della bussola, diconsi *rombi laterali*; e di essi quello fra il nord, e l'est, dicesi nord est; quello fra il sud e l'est dicesi sud est, quello fra il sud e l'ovest, dicesi sud ovest; e quello fra il nord e l'ovest, chiamasi nord ovest; ed essendo ognuno de'rombi laterali il quarto rombo del quadrante, a cui appartiene, perciò ognuno di essi è di 45°.

133. Diconsi *mezzi rombi* le otto aje di venti che dividono per metà gli angoli formati dai rombi principali e dai rombi laterali; ed essi sono NNE, ENE, ESE, SSE, SSO, OSO, ONO, e NNO, dei quali i quattro prossimi a nord e sud, sono ciascuno di 22.° 30', ed i rimanenti quattro di 67.° 30'.

poli, allora si dà alla pietra la forma parallelepipeda rettangolare, senza diminuire la dimensione del suo asse, al quale si farà rimanere la massima lunghezza possibile. Si lavorano due lame di ferro dolce, che si chiamano le armature, le quali si applicano ne'due poli, fermandole con una o più ligature di rame. Queste piastre di ferro dolce debbono essere terminate da un piede, o bottone di una grossezza più grande, ch'ecceda di qualche linea la superficie inferiore della pietra. Il risultato di tale preparazione si è, che la forza della pietra vien considerevolmente aumentata, e concentrata nei due bottoni N, e S, di modo che qualora la pietra è così armata, allora tutta la forza risiede nei bottoni suddetti. All'estremità di quest'ultimi vi si applica un pezzo di ferro molto dolce, e pulito con un gancio dalla faccia opposta, onde possa sostenere un corpo del peso corrispondente alla forza della calamita.

L'aderenza del ferro alla calamita fa crescere, quantunque lentamente, la sua virtù. Inoltre si è osservato, che una pietra magnetica aggravata di tutta la quantità del peso, che poteva sostenere, coll'andare del tempo si è ritrovata capace di sostenerne uno più grave; che distaccatosi questo, la calamita ha perduto l'eccesso della forza che avea acquistata, rimanendole a un dipresso la sua stessa primitiva forza (Epinus theorie du magnetisme).

134. Chiamansi *quarte di rombi* le 16 aje di venti, che dividono per metà gli angoli contenuti dai mezzi rombi coi quattro rombi principali e coi quattro rombi laterali; ed essi sono N$\frac{1}{4}$NE, NE$\frac{1}{4}$N, NE$\frac{1}{4}$E, E$\frac{1}{4}$NE, E$\frac{1}{4}$SE, SE$\frac{1}{4}$E, SE$\frac{1}{4}$S, S$\frac{1}{4}$SE, S$\frac{1}{4}$SO, SO$\frac{1}{4}$S, SO$\frac{1}{4}$O, O$\frac{1}{4}$SO, O$\frac{1}{4}$NO, NO$\frac{1}{4}$O, NO$\frac{1}{4}$N, e N$\frac{1}{4}$NO, i quali insieme coi rombi principali, coi laterali, o coi mezzi rombi si vedono designati nella figura 3ª, coi di loro rispettivi nomi, quantità, e posti che occupano nei quadranti della bussola, ai quali appartengono.

135. La cassettina cilindrica, dentro di cui su di un perno di ottone con la punta di acciajo gira l'ago con la rosa de'venti, trovasi sospesa in bilancio per mezzo di due gancetti di ottone, posti nell'orlo superiore della cassettina in punti opposti a diametro, ed afferrati ad un cercine di rame o di ottone, il quale nell'istesso modo appeso ad un secondo simile cercine, e l'ultimo posto a spensolone in una cassettina quadrata di legno: tali cercini diconsi Bilancieri, e sono in modo disposti, che qualunque dondolamento venga a soffrire la bussola, la cassettina cilindrica e quindi la rosa de'venti conserva sempre la posizione orizzontale, e l'ago calamitato non ne riporta oscillamento o scossa veruna.

136. La bussola da servire di regolo al timomiere, si ripone in un sito il più comodo alla sua vista; ed a preservarla per quanto è possibile all'azione dell'aria e delle intemperie, si colloca dentro un'armadio, detto *Tabernacolo* o *Chiesiuola;* anzi per comodità maggiore vi si sogliono riporre due bussole, aventi in mezzo ad esse un lampadajo, sospeso pure in bilancio.

137. Nella superficie interna della cassettina cilindrica della bussola si vede tracciata una striscia nera in direzione verticale, ed in sito che corrisponde alla metà del lato della cassettina quadrata, rivolta verso la prua, che chiamano *capo della bussola:* l'indicato segno serve di modulo prossimo al timoniere, onde poter subito avvertire, essersi la direzione della prua discostata da quella del rombo da seguirsi.

138. La bussola riposta nella chiesiuola, suole denominarsi *compasso delle rotte*, onde distinguerla da un'altra bussola, destinata per uso diverso dalla prima, che suole chiamarsi *compasso di variazione*, di cui da qui a poco si farà parola.

139. Una delle virtù dell'ago calamitato, comunicategli dalla pietra magnetica si è quella di attrarre a sè il ferro o l'acciajo: da ciò deriva che posto l'ago calamitato nella libertà di girare, avvicinandosi ad esso una sostanza ferruginosa di tanto ch'entri nel perimetro della forza magnetica, si vede muoversi l'ago e mutare direzione. Quindi è che debbasi allontanare dalla bussola qualunque materia ferruginea, abbenchè l'ago calamitato trovasi rinchiuso in una cassettina di ottone o di rame, coverta di cristallo, poichè l'attrazione magnetica è operativa anche attraverso di qualunque ostacolo.

140. Per effetto dell'attrazione magnetica nello avvicinarsi tra essi

due o più aghi calamitati, i medesimi si perturbano reciprocamente nelle di loro direzioni. Ad ovviare tale inconveniente nei due compassi di rotte, riposti nella chiesiuola, si è introdotta la pratica di collocare in questo armadio una terza bussola da prua del lampadajo, onde le attrazioni magnetiche agendo l'una in senso opposto dell'altra, ed a forze uguali, si compensino e si distruggono.

141. È un'altra affezione del magnetismo, quella di far perdere l'equilibrio all'ago calamitato, che conserverebbe rimanendo situato su la circonferenza dell'equatore, ed in modo che uscendo dal piano dell'equatore, l'ago s'inclina verso il polo a cui si avanza; e tale inclinazione cresce a misura che si rende maggiore la latitudine, ove giace l'ago calamitato, ma non con equabile e costante aumento: di fatti è stata osservata l'inclinazione dell'ago calamitato in Parigi nell'anno 1778 di 71°, nel 1810 di 68°. 50', e nel 1819 di 68.° 25': in un luogo posto nella latitudine 79.° 44' S, e nella longitudine 131° Est dal meridiano di Parigi, l'inclinazione dell'ago calamitato si è rinvenuta di 82°, ch'è la più grande di quante ne sono state osservate in altre latitudini.

142. Ecco il perchè nelle bussole destinate a servire per lo emisfero boreale, si rinviene nella parte dell'ago che si rivolge a sud, una grossezza maggiore della parte opposta, e tanto da far conservare l'equilibrio all'ago. Il contrario deve praticarsi nell'emisfero australe.

143. Il compasso di variazione è una bussola montata come la fig^a 4, in dove le rette AB, CD dinotino due fili, che tesi sotto il cristallo, s'intersegano ad angoli retti in un punto che corrisponde a piombo al cappelletto della rosa. Il cristallo trovasi incastrato ad un cercine di ottone, che unitamente ai due fili suddetti è sovrapposto all'orlo superiore della cassettina cilindrica, ed è mobile da poter girare intorno al medesimo. Nella superficie esteriore del cristallo e lungo il filo AB, vi giace unita al cercine una lamina di ottone, intagliata in mezzo in corrispondenza dello stesso filo AB. Nelle due estremità A, e B della laminetta vi sono elevati perpendicolarmente due traguardi, le di cui estremità superiori sono congiunte nei punti medì da un filo di ottone, o di rame, il quale trovasi nel medesimo piano che passa pel filo A B, per l'intaglio della descritta laminetta, e per le due finestrine dei traguardi.

144. L'uso principale del compasso di variazione, è quello di rilevare gli oggetti per qual rombo di vento rimangono essi situati; e volendosi eseguire tale operazione, si procede così. Si situa il compasso di variazione su di un piano orizzontale, nel prolungamento del quale approssimativamente si ritrova l'oggetto, per quanto è possibile. Si fissa l'occhio nel traguardo oculare A, e si fa girare il cercine fino a che la linea de' traguardi resti nella direzione tale, che pel traguardo oggettivo B, l'osservatore rilevi l'oggetto in proposito. Fatto ciò, il punto della rosa sotto l'estremità B indicherà i gradi e minuti del rombo, pel quale rimane l'oggetto rilevato.

145. Coll'ajuto del compasso di variazione, si può rilevare un

astro, allorchè si vede sull'orizzonte, onde misurare per quanti gradi e minuti si discosta l'astro dall'est o dall'ovest della bussola, allora quando sorge o tramonta l'astro, operando come appresso. — Dal traguardo oculare A si osserva l'astro pel traguardo oggettivo B, allorchè l'astro è di tanto elevato col suo orlo inferiore sull'orizzonte, quanto è il semidiametro del suo disco, se trattasi del sole o della luna; ma se si osserva una stella, bisogna traguardarla allora quando trovasi elevata sull'orizzonte di 33' di grado; e ciò per le ragioni che a suo tempo saranno esposte. Fatto ciò si leggono sulla rosa i gradi e minuti fra il giglio ed il punto C, ch'è l'estremità dell'altro filo CD, e si avrà da tali gradi la quantità esprimente la distanza che l'astro ha dall'est o dall'ovest della rosa, allorchè sorge o tramonta. Di fatti, rappresentino NESO (fig. 5) i punti corrispondenti ai quattro rombi principali, ed AB, CD i due fili del compasso di variazione, dei quali il punto A disegna il traguardo oculare e B l'oggettivo. Or essendo di 90° tanto l'arco NE, che l'arco CB, tolto da essi il comune arco NB, rimane NC=BE.

146. In ordine ai rilevamenti da farsi ad un oggetto elevato sull'orizzonte, come sarebbe il sole in una data altezza, debbesi avvertire che il compasso di variazione si potrà comodamente adoprare, per misurare con sufficiente precisione l'arco interposto tra uno de'quattro rombi principali ed il punto della rosa segnato dal semiverticale che passa per l'astro, allorchè questo trovasi in un'altezza che dal traguardo oculare puossi rilevare pel traguardo oggettivo, ed anche sino a che si può traguardare pel filo che sottende gli apici de'due traguardi, ma non con quel grado di certezza del primo caso, come è manifesto. Se poi l'astro come il sole, trovasi molto vicino allo zenit, da non potersi affatto vedere dal traguardo oculare, in questo ultimo caso si situa il compasso di variazione in modo che l'ombra del filo superiore a due traguardi cada sul centro della rosa; e dall'incontro dell'ombra con la circonferenza della rosa si avrà l'intersegamento di questa col semiverticale del sole; e quindi si otterranno i gradi e minuti della distanza del sole da uno de'quattro rombi principali: il risultamento che si ottiene nell'ultimo caso non presenta i gradi di certezza dei due altri, poichè l'ombra del filo col *tancheggio* della nave non rimane sempre nel medesimo verticale. Pel secondo ed ultimo caso puossi far uso del compasso azimuttale a riflessione, di cui a suo tempo si terrà discorso.

147. Dicesi *Meridiano Magnetico*, la direzione dell'ago calamitato, che nel fermarsi dopo aver liberamente girato, prende, facendo angolo col meridiano del luogo.

148. Il meridiano magnetico non è lo stesso per tutti i luoghi della terra, anzi nel luogo stesso, non rimane costantemente nella stessa direzione: tale cambiamento non è considerevole nei brevi intervalli di tempo, meno che non venga prodotto da una causa accidentale; però è sensibile da un'anno all'altro. Burckhard ne dà un'esempio per Parigi; e secondo il calcolo di questo celebre astronomo, l'ago calamitato

oscilla intorno a quel meridiano da 23° a dritta sino a 30° a sinistra, nell'intervallo di tempo di 860 anni; così il cambiamento annuale è di 3'. 43", 5; e giusta i risultamenti da lui ottenuti, nel 1878 la direzione dell'ago dovrebbe essere in Parigi di 30.° 4' a sinistra del meridiano.

149. La *variazione* della bussola, che dicesi pure *declinazione* dell'ago, è l'angolo formato nel piano orizzontale dalla direzione dell'ago calamitato e dal meridiano del luogo; cioè l'angolo contenuto dalla vera linea di nord e sud, e dalla linea nord e sud della bussola. Tale variazione si distingue in due specie Nord-Est e Nord-Ovest, secondo che l'ago calamitato si è discostato dal nord, e si è avvicinato al nord est, o al nord-ovest. Nell'ultima parte, trattando dell'astronomia nautica, esporremo i diversi metodi per determinare a mare la quantità e la specie della variazione.

150. Subito che la linea nord e sud della bussola, quasi mai guarda i cardini nord e sud dell'orizzonte, ne risulta che la bussola ha quasi sempre variazione; e quindi il rombo indicato dalla rosa, per lo più non è il vero rombo di vento, pel quale si è governata la nave: per conoscersi questo con precisione, bisogna correggere quello disegnato dal compasso delle rotte.

151. Dicesi Rotta Apparente il rombo del compasso che siegue la nave; e dicesi Rotta Vera, il vero rombo che la nave ha in effetto percorso.

152. Volendosi correggere una rotta apparente, percorsa dalla nave con una bussola, di cui se ne conosce la variazione, bisogna contare la variazione istessa a sinistra della rotta apparente, se la variazione è a N O, e segnarla a diritta se la variazione è a N E.

Difatti rappresentino N E S O (fig. 6), l'orizzonte T L M P la rosa del compasso delle rotte; e suppongasi che la variazione sia di 22.° 30' N O: è chiaro che il meridiano magnetico T M cader debba a sinistra del meridiano N S del luogo, formando con questa linea l'angolo di 22.° 30'; ed è altresì evidente che navigandosi per nord della bussola, diviene a percorrere in effetto il N N O dell'orizzonte; e così per ogni altro rombo. Quindi in tal caso il N N E della bussola guarda il nord del mondo; e perciò segnando la variazione N O a sinistra della rotta apparente, o la variazione N E a dritta della rotta apparente, si avrà la rotta corretta.

La tavola seguente darà degli esempî de' rombi corretti per la variazione.

ROTTE APPARENTI	VARIAZIONE	ROTTE CORRETTE
N N O	N O	N 39° 30′ O
S O $\frac{1}{4}$ O	17°	S 39. 15 O
E $\frac{1}{4}$ S E	«	N 84. 15 E
E N E		N 50. 30 E
N O $\frac{1}{4}$ O	N E	N 36. 15 O
O	20°	N 70. O
S $\frac{1}{4}$ S E		S 8. 45 O
S O $\frac{1}{4}$ S	«	S 53. 45 O

153. Conosciuta la variazione della bussola, per dirigere la prua del naviglio a quel rombo del compasso, che corrisponde alla vera rotta da seguirsi, cioè per ridurre una rotta vera in rotta apparente, bisogna operare in senso contrario al procedimento tenuto nel precedente numero; val quanto dire debbasi segnare la variazione alla dritta della rotta vera, se è a N O; ed alla sinistra se è a N E, onde aversi il rombo del compasso da doversi seguire.

Esempio 1.° Rombo da farsi E N E . . . . . . = N 67°.30′ E
Variazione N O. . . . . = + 18

Rombo del compasso da seguirsi . . . . = N 85 .30 E
Esempio 2.° Rotta da farsi O $\frac{1}{4}$ N O . . . . . = N 78°.45′ O
Variazione N E . . . . = + 20

Somma. . . . . = — 98°.45′
Tolta da 180

Rombo del compasso da seguirsi . . . . = S 81 15 O

154. Giova ora osservare con accuratezza la nave immersa in parte nelle acque. A prima vista la vediamo galleggiante, in parte approfondita in mare; e con facilità comprendiamo che il peso della nave è tanto, quanto è quello delle acque da essa discacciate; ed inoltre che la stessa avendo perduta tanto di peso, e di forza, quanto ne aveano le acque rimosse, essa si è approfondita in parte per mettersi in equilibrio.

155. Osservando poi la figura della nave nella stessa posizione, e nella parte inferiore al livello delle acque, la vediamo a guisa d'uno sferoide irregolare allungato, e terminante nelle sue tre estremità in un piano, in dove il lato più lungo, cioè la chiglia forma un angolo retto col lato di dietro, cioè colla rota di poppa, ed un angolo mistilineo col lato d'avanti, cioè colla rota di prua una col suo prolungamento

sporto infuori; e da ciò conchiudiamo con facilità, che la nave riceve la minima resistenza dalle acque, solcando queste in direzione della chiglia verso la prua; e che molta resistenza rinviene nel mare, allorchè di fianco vi si avanza.

156. Da tutto ciò si comprende il come la nave spinta dal vento, in direzione perpendicolare alle sue vele, disposte ad angoli retti colla chiglia, o per poco inclinate verso di essa; cioè come navigando con vento molto largo, riceva un moto, che la fa camminare nella direzione della chiglia verso la prua, perchè è in senso opposto alla spinta.

157. Come pure dalle stesse premesse si ricava il perchè, orientate le vele all'orza quanto leva, cioè colle mure e colle buline issate, la nave spinta dalla forza del vento nella direzione che fa angolo colla chiglia verso la prua di 67.° 30′ a 78.° 45′ (per li legni a vele quadre), ricevendo l'urto in tale caso a traverso del suo fianco, incontra nel suo lato opposto una resistenza nelle acque proporzionata alla densità di questo liquido, alla superficie immersa del fianco della nave, ed alla velocità con cui questa si muove per la forza del vento (leggi d'Idrodinamica); ne succede che la nave ricevendo l'urto da due forze, cioè da quella del vento, e dalla resistenza delle acque, ed in direzione obbliqua; dà per risultante che la stessa siegue la diagonale d'un parallelogrammo di cui un lato disegna la forza del vento, e l'altro adjacente la resistenza delle acque, percorrendo siffatta diagonale, in modo che questa forma angolo colla sua chiglia.

158. Chiamasi Deriva, l'angolo formato dalla direzione della chiglia; verso la prua ovvero dal rombo del compasso, e dalla vera rotta che siegue la nave; val quanto dire l'angolo contenuto dalla chiglia della nave, e dalla diagonale che questa percorre nel parallelogrammo delle forze formato dalla direzione del vento, e della resistenza del mare.

159. Quindi n'emerge che soffrono più deriva 1.° I navigli di forma *piatta*, che quelli di taglio fino: 2.° Più i navigli che sono appena savorrati che quelli gravati da carico. 3.° Più i legni che navigano colle sole basse vele, che con le gabbie, e molto più con tutte le vele. 4.° Più i legni sbandati, che quelli che navigano a vele moderate alla forza del vento. 5.° Più navigando con vento forte, che placido. 6.° Più colle buline tese, che allentate, ed in casi simili.

160. La scia che la nave segna da poppavia è naturalmente la traccia che questa lascia sulla superficie del mare col suo cammino; e perciò l'angolo contenuto dalla scia e dalla chiglia verso la poppa, come angolo verticale a quello esprimente la deriva, può ben servire di misura a quest'ultima; dimodochè determinatane la quantità angolare, si avrà con essa la quantità della deriva.

161. Per lo che si misura la deriva, rilevando la scia e nella parte la più lontana e visibile col compasso di variazione, posto sulla metà dell'incoronata di poppa, per qual rombo essa rimane; poichè i gradi fra il rombo per cui si è rilevata la scia, e quello ch'è opposto alla rot-

ta del compasso che siegue la nave, dinoteranno la quantità della deriva.

162. La stessa misura si potrebbe eseguire con maggiore speditezza, adoprando un semicerchio di ottone, che abbia per lo meno il diametro della lunghezza d'un piede, diviso in gradi nei due quadranti, in modo che le due graduazioni vanno entrambe a terminare nel diametro; e che sia munito d'un regolo o alidada mobile intorno al centro con piccolo intaglio nel senso della sua lunghezza, e con traguardi montati nelle due estremità dell'intaglio, procedendo nel seguente modo.

Si situa il descritto semicerchio sulla metà dell'incoronata di poppa, e sarebbe più acconcio in un incavamento fattovi a proposito, che abbia il centro in corrispondenza ed a piombo sulla dividente per metà la chiglia, ed il diametro disposto al di dentro della nave, in modo che divida la chiglia ad angoli retti: fatto ciò si muove l'alidada sino a che dal traguardo oculare elevato a perpendicolo nel centro, si osserva la scia pel traguardo oggettivo, montato sull'estremità del regolo benanche perpendicolarmente: i gradi segnati dalla linea dell'intaglio indicheranno la quantità della deriva.

163. È manifesto che navigandosi con deriva, deve la nave seguire la rotta del lato opposto al vento, cioè dalla parte di sotto vento della rotta apparente; quindi è che per correggersi la rotta apparente della quantità di deriva, onde aversi la rotta corretta, bisogna segnare la deriva alla dritta della rotta apparente, se il vento viene dalla sinistra, cioè se le mure sono a sinistra dell'uomo che ha la prua di faccia: e segnarsi poi la deriva alla sinistra della rotta apparente, se il vento viene dalla diritta, cioè se le mure sono a dritta; operando come negli esempj della tavola seguente.

ROTTE APPARENTI	VENTI	DERIVA	ROTTE CORRETTE
N O $\frac{1}{4}$ N	N E $\frac{1}{4}$ N	14	N 47°.15′O
O S O	N O	15	S 52. 30 O
S $\frac{1}{4}$ S O	O $\frac{1}{4}$ S O	18	S 6. 45 E
E $\frac{1}{4}$ N E	N $\frac{1}{4}$ N E	16	S 85. 15 E
N E $\frac{1}{4}$ E	S E $\frac{1}{4}$ E	13	N 43. 15 E

164. Navigandosi con deriva, e con una bussola che ha variazione, di cui è nota la quantità e la specie, a poter correggere la rotta apparente per l'una e l'altra causa, onde aversi la rotta corretta, si procede nel seguente modo. Se la deriva e la variazione sono entrambe alla dritta,

o amendue allasinistra, in tal caso si prende la somma di esse, e si ségna alla dritta, ed alla sinistra della rotta apparente secondo la specie comune alla deriva o alla variazione; ma se una di queste è alla dritta, e l'altra è a sinistra, in tal caso si prende la differenza della deriva, e della variazione, e si segna alla rotta apparente dalla parte della maggiore di esse, cioè alla dritta, se la maggiore fra la deriva e la variazione è alla dritta, o alla sinistra se la maggiore fra le stesse è a sinistra; e ciò come nella tavola seguente.

ROTTE APPARENTI	VENTI	DERIVA	VARIAZIONE	ROTTE CORRETTE
N N E	Est	13	N O	N 7°.30′ O
N O $\frac{1}{4}$ O	S O $\frac{1}{4}$ O	12	17	N 61.15 O
E S E	N E	20	»	S 64.30 E
O S O	S	14	N E	N 79.30 O
S O $\frac{1}{4}$ S	O $\frac{1}{4}$ N O	19	19	S 33.45 O
N E	E S E	15	»	N 49. E

165. Giova l'avvertire che in alcune notti per l'oscurità che si soffre, la scia non è visibile per veruna sua parte, e quindi la deriva non può affatto misurarsi. In tali avverse combinazioni, suole ricorrersi ad un computo prudenziale, in cui tenendosi presente la forza del vento, la disposizione e lo stato delle vele, non che le condizioni dello scafo del naviglio, ed ogni altra circostanza che possa avervi influenza, si conchiude per analogia con altri casi simili sulla quantità approssimativa della deriva. In fine della sezione seguente si esporrà un mezzo pratico per misurare la deriva coll'ajuto del loch, col quale si potrà avere una risultante che più si avvicina alla vera quantità di deriva, in paragone di ciò che si può ottenere per via di congetture, come poco prima si è enunciato.

SEZIONE III.

Del Loch.

166. Di tutti i Silometri, cioè degl'istrumenti adoprati per misurare la velocità della nave, il migliore è il Loch, il quale consiste in un settore di legno, ed in un cordino sufficientemente lungo, che per comodità nell'uso si avvolge ad un cilindro mobile, intorno al suo asse. L'indicato settore dicesi Barchetta del Loch; il disegnato cordino chiamasi

Linea del Loch; ed il cennato cilindro mobile prende nome di Mulinello del Loch.

167. La barchetta del loch è come ABD (fig. 7), approssimativamente quanto la sesta parte del cerchio, il di cui raggio sia di 7 a 8 pollici: tale settore ha circa sei linee di grossezza nel vertice, la quale va diminuendo alquanto verso il lembo, onde approfondito nelle acque in senso verticale e col lembo al di sotto sino a $\frac{2}{3}$ o $\frac{3}{4}$, coll' ajuto d' una laminetta di piombo, applicata per tutta la sua estensione, abbia una disposizione propria a prendere e conservare la posizione verticale.

168. Tre cordelle NA, NB, ND, di uguale lunghezza di circa 4 piedi, eccettuata la NA, per la quale giova che ne abbia qualche linea di meno, sono riunite nel punto N; e di esse le due NB, ND sono ligate e fisse ne' forami D, e B de' due estremi del lembo; mentre la NA per mezzo di un cavicchio, apposto alla sua estremità si ferma nell' altro forame nel punto A, in modo che non ne scappa durante l'esperimento, ma che n'esca ad ogni semplice strappata che le si dà, tirando il cordino. Nel punto N vi si trova congiunta la linea del loch.

169. La linea del loch è divisa in parti nel seguente modo. Incominciando dalla barchetta, la prima parte ha la lunghezza quanto la massima lunghezza della nave, ed il termine di tale porzione giova segnarlo con un ritaglio di tela, o di panno di color bianco o rosso. Da tale pezza principiano le altre parti della linea del loch, che sono tutte eguali tra esse, ed ognuna della lunghezza di 45 piedi parigini, che diconsi *nodi;* e questi sono marcati cou piccioli filacciuoli, de' quali il primo ch'è il più prossimo alla pezza, suole distinguersi con un nodo, il secondo che siegue con due nodi, il terzo con tre, e così successivamente. Ciascun nodo del loch è diviso per metà, che si distingue con un pezzetto di pelle; e gioverebbe dividere le segnate metà anche ciascuna in due porzioni uguali, e marcare la prima quarta parte del nodo con un pezzetto di filacciuolo, e la terza quarta parte con due pezzetti simili.

170. Perchè si abbia un risultamento esatto dall' uso del loch, si richiede: 1.° Che la barchetta del loch segni a mare un punto fisso: 2.° Una misura esatta della durata dell' esperimento. 3.° Che la lunghezza del nodo abbia col miglio marino lo stesso rapporto per quoziente, che il tempo dell' esperienza con un ora.

171. È naturalmente impossibile che la barchetta del loch rimanga a mare in un punto fisso durante la esperienza. Di fatti, le acque discacciate successivamente dalla nave che solca il mare, formano da poppa un bollimento con piccoli vortici, ed in diverse direzioni; e sino a che sarà riempito il vôto lasciato dalla nave, le acque non si mettono a livello; e sebbene gettata a mare la barchetta, non s' incomincia la misura del cammino del naviglio, se non dopo che questo si è discostata per tutta la sua lunghezza dalla barchetta, purnondimeno le acque, ove l' ultima galleggia, non sono ancora in piena calma; e perchè spinte poco prima dalla nave, non possono non essere tuttavia correnti nella superficie in

direzione della rotta del naviglio, trasportando seco la barchetta; a ciò si aggiunge che questo piccolo galleggiante, facendo parte della nave per la congiunzione che vi ha per mezzo del cordino del loch, non può non seguire il moto dalla nave, e correre nella direzione di questa: tali mutamenti di sito succedono nella barchetta, astrazione fatta da quella ch'essa riceve dagli urti de'cavalloni di mare, e dal moto delle correnti diverse. Si è fatto quandosi è potuto per far muovere la barchetta il meno possibile e colla figura che ad essa si è data, e colla situazione verticale che alla medesima si fa mantenere a mare, e col farla rimanere quasi tutta immersa nelle acque, onde sottrarla dall'influenza del vento.

172. La pratica ha ritenuto l'uso di far l'esperienza della misura del cammino della nave nella durata di 30″ di tempo, e di farne la misura con corrispondente oriuolo a polvere, comunemente denominato *ampollina*.

173. Stabilitosi il tempo dell'esperimento in esame della 120.^{ma} parte di un ora, affinchè il numero de' nodi del loch, scorsi pel cammino della nave, nell'intervallo di 30″, venisse a dinotare il numero delle miglia, che la nave colla stessa velocità percorre in un'ora, bisognava dare ad ogni nodo la lunghezza della 120ma parte del miglio marino, che per comodità di calcolo si è fissato uguale alla lunghezza media del minuto del meridiano terrestre, la quale si può dire essere di 5700 piedi parigini; val quanto dire che la lunghezza del nodo avrebbe dovuto essere di piedi parigini $47\frac{1}{2}$.

174. L'esperienza però fece conoscere, che nella pratica la lunghezza del nodo del loch doveva essere minore della 120ma parte d'un miglio, giacchè dalla riunione degli esperimenti che si facevano col loch, risultava un numero di miglia minore delle miglia effettivamente percorse dalla nave; e doveva così accadere, da che la barchetta non rimaneva in un punto fisso, ma invece si moveva nel senso del cammino della nave (171). Dietro svariate prove, ed accurati confronti, è prevalso l'uso di dare al nodo la lunghezza di 45 piedi parigini, come quella che più accosta la risultante al vero.

175. Per eseguirsi là misura del cammino della nave, il pilota, accompagnato da due uomini, uno che tiene il mulinello del loch pel suo asse, e l'altro che ha in mano l'ampollina, si situa sulla poppa da sottovento; e da questo lato dopo aver bel bello ficcato il cavicchio nel suo forame della barchetta, getterà questa a mare nella maggior distanza possibile da sotto vento, e sarà accorto ad osservare se la barchetta galleggi verticalmente, e col lembo al di sotto; indi filerà con discretezza il cordino a mare, ed appena che gli scappa da mano la pezza, avvertirà colla parola *Vira*, che s'incominci lo scorrere dell'arena nell'ampollina, che sarà tenuta nel frattempo in sito verticale, e non mancherà il pilota l'avvertire, che il cordino non resti teso; nè molto allentato. Appena terminato lo scorrere dell'arena, per mezzo della voce *Stoppe* se ne darà avviso al pilota, il quale arresterà immantinenti nella

sua mano il cordino, e con forte strappata tirerà nel bordo la barchetta, onde da essa esca il cavicchio, e rimanga la stessa galleggiante in sito orizzontale; e dopo ciò ricuperi a bordo il cordino, dietro di aver osservato quanti nodi e decimi di nodi sono scorsi, poichè tante miglia e decimi di miglia percorre in un'ora la nave, supposto che per conservi la stessa velocità.

176. Si avverta che navigandosi con vento molto fresco, giova adoprare l'ampollina di 15" e fare l'esperienza in tale intervallo; è chiaro che in questo caso ogni nodo disegnerà due miglia, e così duplicando per le frazioni del nodo.

177. La misura del cammino suole farsi in ogni ora, ma se la forza del vento cambia nel frattempo o anche ne muti direzione, in modo da dover orientare diversamente le vele, bisogna ripeterne l'esperimento ogni volta, che si crede aumentata, o diminuita la velocità della nave, prendere la somma de' risultati delle misure ripetute, e dividerla pel numero dell'esperienze eseguite in un'ora, onde avere il numero medio delle miglia percorse dalla nave nell'ora stessa. Volendosi procedere in tali rincontri con più precisione, è uopo determinare il quarto termine proporzionale in ordine a 60', al numero de' minuti decorsi fra il cangiamento di velocità, ed al numero de' nodi filati nell'esperienza; poichè siffatto 4° termine dinoterà le miglia di cammino percorso dalla nave nell'intervallo suddetto.

178. Perchè l'uso del loch abbia tutta quella precisione di cui è suscettibile, bisogna verificare di tanto in tanto, se la durata dello scorrere dell'arena nell'ampollina sia di 30" o di 15", e se i nodi del cordino conservino la lunghezza di 45 piedi.

179. Il Pendolo o fune pendolo è il grave RC (figª 8) che in forza del suo peso può reciprocare le sue salite, e discese intorno al punto C, ove è sospeso che dicesi centro di rotazione, o di sospensione. La discesa del pendolo CR per l'arco NR, e la di lui salita per l'altra RO, dicesi pure vibrazione, o oscillazione del pendolo.

180. Il pendolo semplice è quello che si concepisce come una verga sottilissima, dritta, rigida, e priva di gravità, ma che nel solo estremo inferiore abbia concentrato un peso. Così nel pendolo CR, la sua asta si considera come una retta geometrica, la quale potrebbe essere di seta cruda, o di canape grezzo ben incerato e che abbia nel suo estremo R rammassato un peso.

181. Per l'osservatorio di Parigi, il pendolo di piedi 3 linee $8\frac{1}{2}$ impiega un secondo per ogni vibrazione, e perchè i tempi delle vibrazioni de' pendoli sono come le radici quadrate delle di loro lunghezze, giusta la dimostrazione che se ne dà in meccanica, perciò riducendosi un pendolo alla lunghezza di pollici 9 linee $2\frac{1}{4}$ questo farebbe ogni vibrazione in mezzo minuto secondo.

182. Sebbene siamo sicuri che la gravità sotto l'equatore sia minore di quella ch'è ne' poli o ne' punti intermedj, pur nondimeno può

generalmente, e senza error sensibile adottarsi negli usi di mare uno degl'indicati pendoli.

183. Quindi è che volendosi formare un pendolo, col di cui moto si possa a terra paragonare la durata dello scorrere dell'arena nell'ampollina; si sospende la palla R (fig. 9) di piombo perfettamente sferica del diametro di 3 a 4 linee per mezzo d'un filo ben incerato di seta cruda o di canape grezzo, e non attorcigliato, al corpo solido e fisso AB, passando il filo per una spaccatura fattavi in B, ed in modo, che il centro della palla sia dalla parte inferiore della estremità B della distanza di pollici 9, linee $2\frac{1}{4}$. Volendo con siffatto pendolo seguire la esperienza; si discosta il pendolo dal sito verticale CR, gli si dà qualunque situazione obbliqua CN, e poi si lascia liberamente oscillare, si avrà che la palla impiega mezzo minuto secondo in ogni vibrazione, cioè ogni volta che da N passa in O, o pure da O vada in N, val quanto dire in ogni andata, e ritornata che farà nella situazione verticale CR.

184. Se dopo essersi percorsa dalla nave qualunque siasi distanza, si misura la lunghezza del nodo, e questa si rinviene aumentata, o diminuita; in tal caso, bisogna prima ripristinare al nodo la lunghezza di 45 piedi parigini, e dopo debbonsi ridurre i nodi filati nelle esperienze fatte al numero che si sarebbe ottenuto col nodo di giusta lunghezza. È manifesto potersi ottenere ciò colla seguente analogia 45 piedi sta alla lunghezza rinvenuta nel nodo come il numero de' nodi filati sta al quarto termine richiesto, ch' esprimerà le miglia effettive percorse dalla nave.

185. Se a mare nel confrontare la durata dello scorrere dell'arena nell'ampollina con un esatto orologio a secondi, si rinviene maggiore o minore di 30″, fa uopo in prima ridurre il numero de'nodi filati nell'esperienze fatte al giusto numero che si sarebbe avuto coll'ampollina di 30″, determinando il 4° termine della seguente analogia: il tempo della durata dell'ampollina sta a 30″, come il numero de'nodi filati sta al quarto termine cercato; e nel caso che non possa darsi per allora all'ampollina la giusta durata di 30″, per non ripeterne la correzione, giova dare al nodo la lunghezza corrispondente alla durata effettiva dell'ampollina, che sarà espressa dal quarto termine dell'analogia, 30″, stà alla durata dell'ampollina come 45 piedi sta al quarto termine cercato. L'istesso si praticherà nel caso che la verifica dell'ampollina venga a farsi a terra col confronto di un pendolo a secondi, ed in un luogo posto in un sito geografico ignoto.

186. Se il nodo del loch, e l'ampollina sono entrambe alterate si farà la seguente proporzione: il triplo della durata dell'ampollina sta al doppio della lunghezza rinvenuta nel nodo, come il numero de' nodi filati nell'esperienze fatte sta al numero de' nodi che si sarebbero ottenuti con un'ampollina di 30″ e con un nodo di 45 piedi.

Di fatti si esprima con A la lunghezza rinvenuta nel nodo, con B la durata dell'ampollina, con N il numero de'nodi filati, con X il cam-

mino corretto dall'errore nella divisione del loch, e con Y il cammino che si è percorso dalla nave, si avrebbe applicando nella specie le analogie stabilite ne'due numeri precedenti

$$45 : A :: N : X$$
$$B : 30 :: X : Y$$

e quindi $45B : 30A :: NX : XY$; cioè $45B : 30A :: N : Y$; e ridotta a minimi termini la prima ragione, si avrà

$$3B : 2A :: N : Y.$$

187. Non potendosi durante la notte veder la scia a causa di essere l'atmosfera ingombrata da dense nubi, che producono una oscurità da non far distinguere gli oggetti in distanza; si può con approssimazione misurare la quantità della deriva nel modo seguente. Terminata l'esperienza sulla misura del cammino, si trasporta la linea del loch sulla metà dell'incoronata di poppa, ed in modo che il cordino passi pel centro del semicerchio, o della rosa del compasso di variazione, ivi situato; e coll'aiuto di un fanale si osservino i gradi, e minuti intercetti fra la direzione opposta al rombo del compasso, e quella del cordino, poichè tali gradi dinoteranno approssimativamente la quantità della deriva: fatto ciò si tiri con veemenza il cordino, onde esca il cavicchio dal forame. Il fondamento di questa pratica si è, che dello scarozzo che la nave soffre comunicandosene piccola parte alla barchetta del loch, viene questa dopo l'intervallo di tempo trascorso per la misura del cammino a rimanere quasi nella stessa direzione della scia.

188. La corrente, cioè quel movimento orizzontale, e progressivo delle acque marine, o si avanza nella stessa direzione del naviglio, ed in tal caso è chiaro, che le acque correnti mentre aumentano la velocità della nave, trasportano la barchetta verso la stessa, di manierachè i nodi filati indicar debbono la differenza tra le miglia percorse dalla nave e quelle della velocità della corrente: quindi in siffatto caso al numero de' nodi filati nell'esperimento, si aggiungono le miglia che la corrente fa in un'ora, e la somma darà quelle percorse dalla nave nel tempo stesso.

189. Se poi le correnti si muovono in senso opposto alla direzione che siegue la nave, in tal caso producendo esse un effetto contrario di quello del primo caso, debbesi dal numero de' nodi filati sottrarre il numero delle miglia della velocità della corrente nell'intervallo dell'ora, e dal residuo si avranno le miglia di cammino fatte dalla nave nel tempo stesso. È manifesto altresì che ne' due esposti casi la rotta della nave non è affatto alterata dal moto della corrente.

190. In fine la direzione della corrente può formare angolo con la rotta della nave, corretta della deriva e della variazione. In questo terzo

caso la vera rotta seguita dal naviglio, come il cammino fatto dal medesimo, si determineranno per mezzo della risoluzione d'un triangolo rettilineo, in cui sono noti due lati, e l'angolo compreso.

Di fatti rappresentino A (fig. 10) il punto del mare segnato dalla barchetta del loch, nel lasciarsi la pezza del cordino, AC il cammino della corrente nel frattempo dell'esperienza, ed AB il numero de'nodi filati. È pur troppo manifesto, che la barchetta a causa della corrente sarà nel termine dell'esperienza trasportata in C, mentre la nave spinta da due forze in direzione obbliqua, percorrerà la diagonale del parallelogrammo CB, e nel finire dello stesso esperimento si troverà in D, dimodochè il cammino del naviglio sarà dinotato dalla retta AD, e non già da AB, per la di cui parallela si è mantenuta diretta la prua; e quindi l'angolo DAB esprimerà la quantità dell'alteramento sofferto dalla rotta del naviglio a causa della corrente. Or nel triangolo ABD, essendo noti AB, espresso dal numero de'nodi filati, BD=AC, espresso dalla velocità della corrente, e l'angolo ABD supplemento di DBG = CAB, ch'è l'angolo formato dalla direzione della corrente e dalla rotta corretta, si potranno determinare l'angolo DAB, ed il lato AD

ESEMPIO

Supposto che la corrente segua la direzione NE nella velocità di 3 miglia l'ora, e che la nave abbia navigato pel rombo corretto SSE nell'intervallo di ore 5, con aver filati in ogni ora nodi 5, 6; si domanda il rombo, ed il cammino percorso dalla nave.

Poichè nella Fig. 10.

NAC=NE =N 45° E= E 45° N

SAB =SSE=S 22°. 30' E= E 67 30 S

Somma per l'angolo CAB . . . . . . =—112.30

tolto da . . . . 180.

Angolo ABD . . . . = 67. 30

Dunque nel triangolo ABD

AB=5.6 × 5=28 miglia

BD=3. × 5=15

L'angolo ABD = 67°30'

Or AB + BD : AB — BD :: tang $\frac{A+D}{2}$; tang $\frac{A-D}{2}$

Log AB—BD=13. . . . . . = 1.11394

Log tang $\frac{A+D}{2}$= 56.° 15' =+10.17511

Somma . . . . = 11.28905

Log AB+BD=43. . . . =— 1.63347

Log tang $\frac{A-D}{2}$=24.°20'42"= 9.65558

Ciò posto .... $\frac{A+D}{2} = 56.^\circ\ 15'$

$\frac{A-D}{2} = -24.\ 20.42$

BAD $= 31.^\circ\ 54.'\ 18''$

E siccome l'angolo BAD più l'angolo del rombo forma la vera rotta seguita dalla nave, dunque BAD ..... $= 31^\circ.\ 54'.\ 18''$.
Il rombo apparente .... = S 22. 30'
Somma pel rombo corretto della corrente = S 54. 24. 18 E

Si determini DA

sen A : sen B :: BD : AD

Log sen B = 67°. 30'. . . . = 9.96562
Log BD = 15. . . . . . . = + 1.17609
Somma . . . . = 11.14171
Log sen A = 31°. 54' 18'' = − 9.72305
Log DA . . . 26. 22 . . . = 1.41866

Rotta vera fatta dalla nave S. 54. 24. 18 E
Distanza percorsa dalla medesima miglia 26, 22.

191. Per nostra sventura le correnti in alto mare non sono determinabili e nella direzione e nella velocità; menochè in alcune parti dell'oceano ove sono periodiche, e regolari: per queste ed altre specie di correnti potrebbe leggersi quanto ne abbiamo scritto nell'altro nostro trattato di navigazione. Diciamo ora solamente, che stando la nave sulle ancore, fermata in basso fondo, si può coll'ajuto del loch misurare sì la direzione, che la velocità della corrente, con operare nel modo praticato per la misura del cammino; poichè dal numero de' nodi filati si avrà il numero delle miglia che le acque correnti percorrono in un'ora, e dal rombo per ove rimane la linea del loch, si otterrà la direzione per ove si muove la corrente. Stando poi a mare largo in perfetta calma, si potrebbero ottenere la direzione e la velocità della corrente con un'approssimazione al vero, operando come appresso: si getta a mare una piccola lancia, che si fa rimanere sciolta dal naviglio; si prende una sagola di scandaglio sufficientemente lunga, si liga una delle sue cime all'estremità d'una spranga di ferro incrocicchiata nel mezzo con un'altra simile; e gettato a mare questo grave, si fà discendere al fondo al di là di 60 braccia, onde giungendo tale corpo nelle acque stagnanti, ed in un quasi riposo, possa il grave stesso servire di ancora alla piccola lancia; fatto ciò si adopra il loch, e si misurano come nel precedente caso la direzione, e la velocità della corrente.

CAPITOLO II.

Della necessità delle carte idrografiche, e della maniera di costruirle.

SEZIONE I.

INTRODUZIONE.

192. Si è avvertito (107) che per mezzo della latitudine e della longitudine del luogo, si sarebbe determinato il sito che questa ha sulla superficie della terra, e da ciò si può conchiudere che costruito un globo, sia cosa agevole il rappresentare su di esso le posizioni delle differenti parti della superficie terrestre, in un modo simile a quello, secondo cui tali parti sono disposte sulla terra medesima. Di fatti preso in un globo qualsivoglia punto P (fig. 11) per rappresentare uno de'poli terrestri; e preso tale punto per centro, e per raggio una retta che sia la corda di un arco di 90.° di un cerchio massimo del globo proposto, si descrive il cerchio TGQD, il quale rappresenterà l'equatore pel di cui centro si fa passare una linea retta, tirata dal punto P, la quale distesa indicherà in P' l'altro polo terrestre. Si divide l'equatore nei suoi gradi e minuti, e per li punti di tali divisioni non che per li due poli si fan passare de'cerchi massimi, onde con essi rappresentare i meridiani de'luoghi. Si elegge ad arbitrio il primo meridiano, di cui PDP' ne rappresenterà il primo semimeridiano, e dopo aver diviso anche l'ultimo cerchio ne' suoi gradi e minuti, per li punti di divisione si fan passare de'cerchi paralleli all'equatore. Fatto ciò si segneranno sul globo i punti dinotanti i luoghi, nelle di loro rispettive latitudini e longitudini.

193. È pur troppo manifesto, essere una linea curva, la traccia segnata dalla nave in qualunque siasi rotta, che siegue per passare da un luogo ad un altro: inoltre è parimenti chiaro che tale curva è un arco di meridiano, allorchè la nave naviga per nord o per sud; è un arco dell' equatore, se la stessa parte da un punto della linea equinoziale e naviga per est o per ovest; è un arco di un parallelo dell'equatore, se parte da una latitudine, e fa rotta per est o per ovest; ma se naviga per un rombo diverso dei quattro rombi principali, in tal caso è una curva a doppia curvatura, che dicesi loxodromica, la quale continuata farebbe molti giri intorno la terra, avvicinandosi sempre al polo, verso cui si avanza, ma non vi giungerebbe giammai. Nel primo caso la rotta tenuta dalla nave suole denominarsi *rombo diretto*; nel secondo *rombo parallelo*, e nel terzo *rombo obbliquo*.

194. Per meglio intendere il perchè una navigazione fatta per rombo obbliquo disegna una porzione di linea loxodromica, giova guardare la fig.ª 12.ª nella quale dinotando PEQ una porzione della superficie terrestre, PA, PB, PC, PD, archi di meridiani infinitamente prossimi,

ed i punti E, *m*, *n*, *o*, *s*, gl' incontri della nave co' meridiani disegnati nel far rotta pel rombo obbliquo E *m n o s*. — A prima vista si rileva che la nave partita dal punto E, facendo rotta per una direzione che fa angolo acuto col meridiano PE, dovendo fare coi meridiani PA, PB, PC, PD angoli uguali a PE*m*, non può la rotta E *m n o s* essere il perimetro d'un medesimo piano, altrimenti non potrebbe fare angoli uguali co' meridiani che s' intersegano tutti ne' poli; ma invece soffrir deve una ripiegatura ne' punti *m*, *n*, *o*, *s*, avvicinandosi in conseguenza al polo P, ove non giungerebbe giammai, altrimenti farebbe nel medesimo punto P, angoli uguali ed obbliqui con tutt' i meridiani, lo che è impossibile. Ecco come la linea E *m n o s*, è una curva a doppia curvatura, ossia una porzione di linea loxodromica.

195. La maniera esposta nel numero 192 di rappresentare la terra su di un globo, è la più esatta e naturale; ma essa diverrebbe d'un uso molto incomodo per la navigazione, anzi impraticabile, allorchè si volessero disegnare su d'un globo i più rimarchevoli particolari topografici d' una rada, o di altra località d' un lido, o d' un sito qualunque di mare; poichè in tal caso bisognerebbe per lo meno rappresentare la superficie della terra, o una porzione di essa su di un globo, di cui la lunghezza di un grado d'un cerchio massimo sia o.^{p} 9.^{pol} cioè del raggio di circa 5.^{p} 6.^{pol} Un istrumento di questa fatta riescirebbe molto incomodo a riporsi in qualunque luogo, ed impossibile a collocarsi sul bordo d' un vascello.

196. Si aggiunge di vantaggio che rappresentandosi la terra per mezzo d'un globo, ne sarebbe molto penosa la determinazione de' rombi per li quali rimangono situati i luoghi della superficie terrestre, nonchè le distanze di essi, allorchè restano su di rombi diretti, o paralleli; e si può dire che riescirebbe impossibile il determinare dati così importanti, nel caso che i luoghi sarebbero situati su di rombi obbliqui.

197. Or il nocchiero per ben condurre il naviglio, ha bisogno tenere sotto un colpo d' occhio il mare da navigare, i bassi fondi, gli scogli, le sirti, le isole, e quanto di rimarchevole vi si ritrova, nonchè le coste che lo cingono, con tutte le località utili o pregiudizievoli; e deve aver presenti tali oggetti in un modo, da poter con prontitudine definire geometricamente la invariabile maniera di esistere de' punti percorsi dalla nave, e da valutare con precisione i rapporti di sito di questi ultimi con qualunque degli oggetti indicati; cioè dev' essere al caso di determinare con metodi semplici e brevissimi per qual rombo ed in qual distanza trovasi il naviglio, per rapporto ad una qualunque siasi località marittima. Ecco l' inutilità de' globi terrestri per gli usi del pilotaggio, e la necessità delle carte marine.

198. Diconsi Carte, quelle figure piane, destinate a rappresentare la superficie della terra, o parte di essa, in modo che tutti i differenti punti di questa conservino tra essi una simile posizione sul piano, in latitudine ed in longitudine, cioè che le di loro distanze dalle linee che rappresentano

sulla carta l'equatore ed il primo meridiano, siano proporzionali alle distanze de' medesimi punti sulla terra dall'equatore, e dal primo meridiano. Tali carte si distinguono in *geografiche* o *terrestri*, ed *idrografiche* o *marine*. Delle prime, perchè non satisfacenti ai bisogni della navigazione, non ne parleremo affatto. Delle ultime per ora ne tratteremo per quanto riguarda la costruzione di esse, ed a luogo più opportuno faremo parola del loro maneggio ed uso.

199. Le *Carte Marine* o *Idrografiche* che si distinguono in *Carte Piane*, ed in *Carte Ridotte*; sono quelle che rappresentano il mare, o una porzione di esso, le coste che lo comprendono, con le località marcabili, le isole, i porti, le rade, le cale, gli scogli, le sirti, le secche, i banchi, ed il numero de' piedi della profondità delle acque vicino alle coste nello stato di bassa marea; tutti disposti nelle di loro rispettive latitudini, e longitudini. In tali carte l'equatore ed i paralleli suoi vengono rappresentati per mezzo di linee rette parallele, ed i meridiani terrestri da altre linee rette perpendicolari alle prime, e perciò anche parallele tra esse; mentre i rombi obbliqui sono nelle medesime disegnati anche con linee rette, formanti in conseguenza angoli uguali con tutte le linee meridiane, come pure con tutte le linee rappresentanti l'equatore, e paralleli suoi. In fine sulle carte marine vi sono disegnate delle rose dei venti, delle quali le linee nord e sud diconsi *meridiane*; le linee est ed ovest si chiamano *parallele*; e gli altri rombi sono denominati *rombi obbliqui*.

200. Lo scopo della costruzione delle carte marine è quello di rappresentare su di esse la rotta per mezzo d'una linea retta, onde ridurre le operazioni del pilotaggio a delle regole semplicissime, e la costruzione di tali carte è fondata sul seguente principio.

201. La lunghezza d'un arco qualunque d'un parallelo dell'equatore sta alla lunghezza dell'arco simile dell'equatore, o del meridiano terrestre come il coseno della latitudine del parallelo sta al raggio trigonometrico; o che val lo stesso come il raggio alla segante della medesima latitudine.

Sieno PE, PQ (fig.ª 13.ª) due archi di meridiani, AB l'arco del parallelo, ed EQ l'arco simile dell'equatore, compresi tali archi fra i medesimi meridiani; sia C il centro della terra, ed O il centro del parallelo proposto. Si tirino i raggi CE dell'equatore, ed OA del parallelo. Poichè gli archi AB, EQ sono simili, cioè dello stesso numero di gradi, sono essi come i raggi de' cerchi ai quali appartengono; dunque.

$$\begin{aligned} AB : EQ &= OA : CE \\ &= \cos AE : R \\ &= R : \text{seg.}^{te} AE. \end{aligned}$$

Subito che l'enunciata analogia regge per un arco dell'equatore, sussisterà parimenti per un arco simile del meridiano, poichè nella sfera i cerchi massimi sono tutti uguali tra essi.

202. Quindi esprimendosi con m un arco qualunque di parallelo, con M l'arco simile dell'equatore, o di un meridiano, e con L la latitudine del parallelo in proposito, si avrà sempre

$$m : M :: \cos L : R$$
$$= R : \text{seg.}^{te} L.$$

$$\text{Adunque } M = \frac{m \times \text{Seg } L}{1} = m \times \text{Seg } L$$

$$\text{Ed} \dots\dots\dots\dots m = \frac{M}{\text{Seg } L}$$

203. Dal che si ricava che il parallelo posto a 60° di latitudine, è la metà dell' equatore terrestre; e quindi un arco del primo, è la metà in lunghezza del corrispondente arco simile del secondo: poichè in tal caso ha luogo la proporzione.

$$m : M :: \cos 60^\circ : R.$$
$$= \text{sen } 30 : R.$$
$$= 1 : 2.$$

204. D'una porzione della superficie di un emisfero terrestre dicesi *Medio parallelo*, o *latitudine Mezzana*, quel parallelo di latitudine ch'è tanto minore del più grande fra quelli descrivibili nella proposta porzione della superficie terrestre, quanto è maggiore del più piccolo. Perciò la latitudine mezzana nel caso esposto è uguale alla semisomma delle latitudini dei due paralleli, che passano per le due estremità della proposta porzione; ma nella pratica, se le due latitudini estreme sono di specie diversa, si prende per latitudine mezzana la quarta parte della somma di esse.

205. Dicesi *differenza di latitudine* l'arco del meridiano terrestre intercetto fra i paralleli di due luoghi, ed essa si ottiene dalla differenza delle due latitudini se sono della stessa specie, o dalla somma delle medesime latitudini se sono di specie opposta.

206. La *differenza di longitudine* è l' arco dell' equatore terrestre interposto fra i meridiani di due luoghi; ed essa si ha dalla differenza delle due longitudini se sono della stessa specie, o dalla somma delle medesime se sono di specie diversa, e la somma non giunge a 180°, o dal supplemento della somma di esse a 360°, se la stessa somma eccede 180.°

SEZIONE II.

Delle Carte Piane.

207. Le *Carte Piane* sono quelle che rappresentano un piccolo mare, posto in una latitudine non molto avanzata: in essa tutt' i paralleli dei

luoghi si suppongono ugnali al di loro medio parallelo, il quale è diviso in tante parti uguali, quanti sono i gradi della differenza di longitudine fra i meridiani estremi della carta; ed in parti uguali sono pure divise le meridiane estreme della carta medesima; però queste ultime divisioni sono fatte in modo, che una di quelle del medio parallelo sta ad una di quelle della meridiana graduata, come il raggio sta alla segante della latitudine mezzana della carta medesima.

208. Per costruirsi una carta piana si descrive il rettangolo ABKC (fig.ª14.) su di un piano destinato per tale uso; pongasi che AB dinotar debbe il medio parallelo delle latitudini de' luoghi che si vogliono far contenere nella carta, e dividasi il lato AB in tante parti uguali, quanti ne sono i gradi di differenza di longitudine fra i luoghi estremi A, B; a fianco di tali divisioni si scrivono i numeri de' gradi di longitudine che le appartengono; e le medesime divisioni si suddividono ognuna in 60 parti uguali, onde marcare anche i minuti di longitudine: Fatto ciò si determina la lunghezza di una delle parti uguali de' lati AC, BK, che rappresentar debbono le meridiane graduate, e dinotare colle di loro parti gli archi simili delle corrispondenti porzioni del medio parallelo AB; supponghasi essere AD la lunghezza d' un minuto del medio parallelo, che si esprime con m, mentre L dinota la latitudine mezzana, adoprando l' analogia stabilita nel numero 202, cioè cos L : R :: m : M, si avrà per risultato del calcolo, che la M esprimer debba il numero de' minuti del parallelo graduato AB, che prender si deve per aversi la lunghezza della 60ma parte di ciascuna delle parti uguali delle meridiane AC, BK, cioè il minuto del grado di latitudine; si dividono le meridiane AC, e BK, nelle particelle uguali ad M, ed in ogni 60 di esse vi si segnino i numeri de' gradi di latitudine che le appartengono; in fine si tirino nella carta per ogni grado di latitudine delle rette parallele ad AB, e per ogni grado di longitudine delle linee rette parallele ad AC, come pure si disegnino sulla carta medesima delle rose de' venti di un numero da non arrecare confusione: fatto ciò si notino su di essa i luoghi nelle di loro rispettive latitudini, e longitudini, cioè ne' corrispondenti incontri de' rispettivi paralleli, e meridiani de' luoghi medesimi. Eseguite tali operazioni vi si contorni la linea della costa, che congiunge i luoghi segnati, e si avrà costrutta la carta piana.

Volendosi operare graficamente per graduare la meridiana AC, o BK si procede come segue. Nel punto A della retta AB, si costituisca l' angolo DAE di tanti gradi e minuti, di quanti ne disegna la latitudine mezzana; e supposta AD dinotare un minuto della parallela graduata AB, dal punto D si eleva la perpendicolare DE, si avrà che AE disegna il minuto della meridiana da graduarsi; di fatti nel triangolo DAE, rettangolo in D, cos DAE : R :: AD : AE, cioè come cos L : R :: m : M (202) Fatto ciò si prosiegue l' operazione come sopra esposta.

209. Le linee AB, e CK della carta, divise, e numerate nelle sue

parti nel modo indicato nel numero precedente si dicono scale di longitudini; le linee AC, e BK, si denominano scale di latitudini.

210. Le carte piane sono manifestamente difettose, meno però quella parte di esse per ove passa il medio parallelo della carta; poichè in questa estensione si rinviene che una particella qualunque, come sarebbe un minuto del medio parallelo, sta all'adjacente porzione simile del meridiano, così il coseno della latitudine mezzana sta al raggio, cioè vi si ritrova l'istesso rapporto che vi è sul globo terrestre fra l'arco del parallelo e l'arco simile del cerchio massimo; mentre pel resto della carta, la cosa non va nel medesimo modo, dal perchè per costruzione della stessa un minuto d'un qualunque altro parallelo di essa sta benanche al minuto adjacente della meridiana come il coseno della lattiudine mezzana sta al raggio: laddove dovrebbe stare come il coseno della latitudine del parallelo di cui si tratta al raggio (201).

211. Dalle cose esposte si ricava che le carte piane sono difettose, sì dall'uno che dall'altro lato del parallelo della latitudine mezzana; ed inoltre il rapporto tra il minuto d'un parallelo qualunque della carta, ed il minuto adjacente della meridiana graduata, è tanto più sconvenevole, quanto più il parallelo in parola è lontano dal parallelo della latitudine mezzana; giacchè la differenza de'coseni di due archi aumenta a misura che cresce la differenza degli archi ai quali i coseni appartengono; conseguentemente il difetto della carta sarà tanto più considerevole, quanto maggiore sarà l'estensione della carta in latitudine. Ed è parimenti manifesto che l'errore della carta piana aumenta a misura che la porzione della superficie terrestre, che con essa si rappresenta è più lontana dall'equatore, cioè quanto più è avanzata in latitudine, e ciò perchè, quando più due archi sono grandi tanto maggiore è la differenza de'coseni.

212. Quindi è che nelle sole brevi navigazioni, si può ammettere l'uso delle carte piane, anzi di quelle sole che rappresentano piccole estensioni di mare, contenute fra paralleli non molto lontani dall'equatore.

213. Del resto, si può determinare la quantità dell'errore della carta piana, che si rinviene nelle porzioni di essa, poste fuori del medio parallelo della carta; e per riuscirci, si esprima con L la latitudine del parallelo estremo della carta, il più prossimo all'equatore, con L' la latitudine mezzana, con L'' quella del parallelo il più lontano dall'equatore, con d, d', d'' le quantità esprimenti gli archi simili di qualunque de'disegnati paralleli della carta, per esempio ciascuno della lunghezza di un grado; ed in fine con D il grado dell'equatore, o del meridiano terrestre. Perchè la carta potesse corrispondere alla superficie terrestre che rappresenta si dovrebbe avere (202)

$$d = \text{D} \cos. \text{L}$$
$$d' = \text{D} \cos. \text{L}'$$
$$d'' = \text{D} \cos. \text{L}''$$

ma invece sulla carta piana (208)

$d = D \cos L'$, e

$d'' = D \cos L'$

Laonde si è ridotta d troppo piccola per renderla uguale alla quantità D cos L'; dunque il difetto di d è quanto $d - d' =$

$$D \cos L - D \cos L' = D \cos L - \cos L' =$$

$$D \; 2 \operatorname{sen} \frac{L'+L}{2} \operatorname{sen} \frac{L'-L}{2} =$$

$$2 D \operatorname{sen} \tfrac{1}{2}(L+L') \operatorname{sen} \tfrac{1}{2}(L'-L); \text{ e}$$

d'' si è resa troppo grande della quantità D cos L'.

Laonde il difetto di d'' è quanto $D \cos L'' - D \cos L' = D \cos L'' - \cos L' = 2 D \operatorname{sen} \frac{1}{2}(L'+L'') \operatorname{sen} \frac{1}{2}(L''-L')$

Esempio

Sieno

$$\begin{matrix} L = 40° & d = 1° \\ L' = 41\ 30' & d' = 1° \\ L'' = 43 & d'' = 1° \end{matrix} \Bigg\} \; D = 1°$$

Saranno

$$\frac{L+L'}{2} = 40°45'$$

$$\frac{L'-L}{2} = \quad 45'$$

$$\frac{L''+L'}{2} = 42°15'$$

$$\frac{L''-L'}{2} = \quad 45'$$

Log sen 40°45' =	9. 81475
Log seno 45 = +	8. 11693
somma .... = —	17. 93168
log.° 2 R	20. 00000
log.° 0,0854 = —	2. 06832
	4. 00000
log.° di 854. =	1. 93168
D =	0. 0854
2 D =	0. 1708
Dunque $d - d'$ .... =	0. 1708

$d' - d'' = 2 D \operatorname{sen} \frac{1}{2}(L'+L'') \operatorname{sen} \frac{1}{2}(L''-L')$.

Inoltre .... log.° sen 42° 15' .... =	9. 82761
Dunque .... log.° sen 45' .... =	8. 11693
somma .... =	17. 94454
log.° 2R = — .... =	20. 00000
log.° 0. 88 .... = —	2. 05546
	4. 00000
log.° 88 .... =	1. 9453

Dunque D . . . . $=0.\ 88$
perciò 2D . . . . $=0.\ 176$
quindi $d'-d''$. . . . . $=0.\ 176$

Si avverte esservi un'altra specie di carte piane, che si distinguono sotto il nome di carte piane di antica costruzione. In queste le meridiane graduate sono divise in tante parti uguali, quante ne indicano i gradi della differenza di latitudine fra i paralleli estremi della carta, e ciascuna in 60 parti uguali per aversi i minuti di latitudine. I luoghi sono situati in esse secondo i rombi e le distanze, nelle quali restano collocati sulla terra, incominciando da un punto qualunque della carta che si stabilisce ad arbitrio, preso però dal parallelo della latitudine che tale punto ha su la terra. Il fondamento della costruzione delle carte piane in parola, si è il supporre la parte della superficie terrestre che rappresenta, essere perfettamente piana. Dal che si rileva il maggiore difetto delle carte piane di antica costruzione in confronto di quello rimarcato nelle carte piane di recente uso; e di essere buon consiglio di non avvalersi affatto delle carte piane di antica costruzione menocchè ne'piccoli golfi, o nelle brevissime navigazioni in cabbotaggio.

SEZIONE III.

DELLE CARTE RIDOTTE.

214. Le carte ridotte sono quelle carte marine, ove l'equatore e paralleli suoi sono disegnati da linee rette parallele; le meridiane da linee rette parallele tra esse, e perpendicolari alle prime; ed i rombi obbliqui per mezzo di linee rette che fanno angoli uguali con le meridiane, e colle parallele. Le medesime carte ridotte rappresentano una superficie qualunque di mare con le coste che lo cingono, con le isole che vi sono, con tutti gli oggetti rimarchevoli posti sulla carta nello stesso rapporto di sito, come lo sono sulla terra, dimodochè le estensioni rappresentate dalla carta, conservano in una maniera sufficientemente esatta, il rapporto che esiste sul globo tra le parti de'diversi paralleli che passano per l'estensioni medesime e le corrispondenti parti simili adjacenti de'meridiani.

215. Per conservarsi sulla carta ridotta l'istesso rapporto di sito che hanno i luoghi medesimi sulla terra, si è considerato che avendo dovuto rappresentare i meridiani con linee rette parallele, e rendere i paralleli uguali all'equatore, si son dovuti ingrandire necessariamente gli stessi paralleli, quindi in corrispondenza si son dovuti benanche aumentare le differenti parti adjacenti delle meridiane graduate nel rapporto stesso che si sono accresciuti gli archi simili de'paralleli.

216. Laonde giova ricercare in qual rapporto preciso sono sulla carta ridotta accresciute le parti de'diversi paralleli per renderli uguali

a quelle simili dell'equatore. Per procedere regolarmente in tale ricerca, abbiasi presente l'analogia stabilita nel numero 202.

R : seg L : : m : M.

Dal che si ricava che $M=\frac{m\,seg\,L}{R}$.

Or l'avver ridotta sulla carta m=M, vale lo stesso che aver moltiplicato m per la segante della sua latitudine, e diviso il prodotto pel raggio: questo appunto è il rapporto dell'aumento dato alle parti de' paralleli per renderli uguali alle porzioni simili dell'equatore.

217. Quindi è che per conservarsi sulla carta il rapporto, che esiste sul globo, tra il minuto d'un parallelo qualunque, e l'adjacente minuto della meridiana, bisogna accrescere questo con moltiplicarlo per la segante della latitudine del parallelo che passa per tale minuto e dividere il prodotto pel raggio; e siccome i cerchi massimi della medesima sfera sono uguali tra essi, così sulla terra il minuto del meridiano è uguale a quello dell'equatore; ne avviene perciò che ciascuno minuto della meridiana graduata sulla carta ridotta dovrà essere uguale alla quantità di lunghezza che arbitrariamente si dà al minuto dell'equatore, cioè della parallela graduata, moltiplicata per la segante della latitudine del minuto della meridiana, e diviso pel raggio. Dal che si deduce che se il minuto della parallela graduata venga rappresentato dall'unità, sia numerica, sia lineare, ciascun minuto della meridiana graduata verrà rappresentato dalla segante della latitudine di questo ultimo divisa pel raggio.

218. Le meridiane graduate della carta ridotta, divise nel modo indicato nel numero precedente, si dicono *scale di latitudini crescenti;* i minuti di esse si denominano *parti meridionali*, e le latitudini misurate dalle medesime meridiane prendono il nome di *latitudini crescenti.*

219. Da' ragionamenti esposti ne' numeri precedenti, sembra a prima vista conchiudere che la lunghezza del grado delle latitudini crescenti, sia uguale alla lunghezza del grado della parallela graduata, moltiplicata per la segante della latitudine dello stesso, e diviso pel raggio; ma nell'applicazione si rende palpabile l'errore che ne risulterebbe. Quale latitudine dunque bisogna prendere? Quella del cominciamento del grado in proposito, o quella del suo termine? Queste due latitudini hanno una diferenza considerevole, da non potersi prendere l'una indifferentemente per l'altra.

220. Sarebbe menomarsi l'errore, ma non renderlo insensibile, impiegare per la stessa operazione la segante della latitudine della metà del grado in quistione: poichè sarebbe tuttavia considerevole la differenza anche fra questa segante, e ciascuna di quelle de' due termini del grado intero.

221. Facendosi però il calcolo per la determinazione della lunghezza d'un minuto della meridiana graduata sulla carta ridotta, l'errore si

rende insensibile tanto da non curarsi; poichè le seganti delle latitudini delle due estremità del minuto che si vuole rappresentare, differiscono di tanto poco tra esse, da potersi prendere l'una indifferentemente per l'altra. L'esempio seguente conferma l'esposta teoria.

Si esprimano con A, ed A' le latitudini delle due estremità d'un arco di meridiano, della lunghezza d'un minuto, da rappresentarsi in una carta ridotta, di cui A' dinota la latitudine maggiore, ed A la latitudine minore. Poichè

$$\left.\begin{array}{l}\text{Segante } A' = \dfrac{1}{\cos A'} \\ \text{Segante } A = \dfrac{1}{\cos A}\end{array}\right\} \text{sarà seg. } A' - \text{seg. } A = \frac{1}{\text{Cos } A'} - \frac{1}{\text{Cos } A}$$

che ridotti all'istesso denominatore, si avrà $\dfrac{\text{Cos } A - \text{Cos } A'}{\text{Cos } A \text{ Cos } A'}$

$$\text{Dunque Seg. } A' - \text{Seg. } A = \frac{\text{Cos } A' - \text{Cos } A}{\text{Cos } A' \text{ Cos } A}$$

ma $\text{Cos } A' - \cos A = 2 \text{ sen} \dfrac{(A' + A)}{2} \text{sen} \dfrac{(A' - A)}{2}$

Perciò $\text{seg. } A' - \text{seg. } A = \dfrac{2 \text{ sen} \frac{1}{2}(A + A') \text{sen} \frac{1}{2}(A' - A)}{\cos A' \cos A.}$

Or posta la latitudine di A'. . . . . = 40.°01'.
Latitud. di A. . . . . = 40.
si avrà A' + A. = 80.°01'
A' — A . . . . = 01'
$\frac{1}{2}$A' + A . . . . = 40. 00 30"
$\frac{1}{2}$A' — A . . . . = ... 30
Dunque
Log. 2. . . . . = 0. 301030
Log. sen 40.° 0. 30". . . . . =+ 9. 808142
Log. seno. . . . 30". . . . . =+ 6. 162701
Somma . . . . = 16. 271873
Log. cos 40.° 01' . . . . = 9. 884148
Log. cos 40.° . . . . = 9. 884254
Somma . . . . = 19. 768402
Log. di 0, 000318 . . . . = — 3. 496539

Dal che è manifesto che senza errore sensibile si può conchiudere essere Seg. A' — seg. A = 0.

222. Per costruire una carta ridotta si descriva il rettangolo ABKC (fig. 15.), si prendano in essa i lati AB, CK per rappresentare le parallele graduate, o sia le scale delle longitudini ed i lati AC, e BK, per dinotare le meridiane graduate, o sia le scale delle latitudini crescenti; si divide AB nelle parti uguali AD, e DB, ed in tante, quanti sono i gradi di differenza di longitudine, contenuti fra i meridiani de' punti estremi

A, e B della carta; si suddividono siffatte parti uguali, ciascuna in 60 porzioni uguali, onde avere i minuti di longitudine; si fanno le stesse divisioni al lato opposto CK; e scrivendo ne' punti B, e D, nonchè negli opposti K, e G, i numeri de' gradi di longitudine che ad essi appartengono, si avranno convenevolmente divise le due scale di longitudine. Se per la ristrettezza della carta non è eseguibile la divisione de' gradi di longitudine in parti sessagesimali, cioè di minuto a minuto, si potranno dividere AD, e DB in dodici, o in sei, o in quattro, o in due parti uguali secondo la maggiore, o minore grandezza di AD, per aversi la divisione delle scale di longitudine di cinque a cinque minuti, di dieci a dieci, di quindici a quindici, di trenta a trenta minuti.

Indi si passa a graduare le scale delle latitudini crescenti per mezzo di opportune divisioni, sia di minuto a minuto, sia di 5 a 5 minuti, sia di 10 a 10 minuti ec. secondo la maggiore, o minore estensione di questa nel senso delle scale da graduarsi.

Suppongasi potersi graduare la scala di latitudine di minuto a minuto; si determini separatamente la lunghezza di ciascuno de' minuti, che compongono la differenza di latitudine fra paralleli estremi AB e CK della carta, dal primo di tali minuti sino all'ultimo, dividendo la segante della latitudine del primo minuto pel raggio, e dal quoziente si avrà il numero de' minuti della parallela graduata da contenersi nella lunghezza del primo minuto delle meridiane AC, e BK, da graduarsi. Segnato che sarà il primo minuto coll'ajuto d'un compasso, con dividere la segante della latitudine del secondo minuto pel raggio si passa a calcolare nell'istesso modo la lunghezza del secondo minuto, e determinatone il valore lineare; si segnerà con un compasso sulle meridiane, a contare dal punto ove termina il primo minuto, di già marcato; ed oprando nell'istesso modo per gli altri minuti, si avranno le scale divise di minuto a minuto; per ogni sessanta di tali minuti si notino i numeri de' gradi di latitudine che ad essi appartengono; si segnino sulla carta delle linee parallele, e delle meridiane in un numero sufficiente, e vi si descrivono delle rose de' venti da non arrecare confusione. In fine si segnano sulla carta i luoghi nelle di loro rispettive latitudini, e longitudini, e vi si contorni la linea della costa, che sia per quanto più riesce possibile simile a quella che si osserva sulla terra.

223. Volendosi graduare la scala delle latitudini crescenti sulla carta ridotta, di 5 a 5 minuti, e supposto che la carta incominci dalla latitudine di 46° si prende la somma delle seganti di minuto a minuto da 46° 01' sino a 46° 05', e divisa tale somma pel raggio, si avrà per quoziente il numero de' minuti della scala di longitudine da prendersi coll'ajuto di un compasso, per segnare la lunghezza dello spazietto che rappresentar deve i primi cinque minuti della scala di latitudine; e così successivamente. Il fondamento di questa pratica si è, che essendo ciascun minuto della meridiana graduata di tanti minuti della scala di longitudine, di quanti ne indica il quoziente della segante della latitudine

di siffatto minuto, divisa pel raggio; ne avviene che siccome un arco è la somma di tutt'i minuti che lo compongono, così una parte della meridiana graduata che rappresenta sulla carta un tale arco, sarà uguale alla somma di tutte le seganti di minuto a minuto dello stesso arco, divisa pel raggio.

124. Negli usi ne'quali si adopra la carta ridotta, non si potranno valutare esattamente i minuti di latitudine; che nel solo caso in cui le meridiane graduate sono esse stesse divise in minuti; negli altri casi la valutazione che se ne potrà fare, sarà sempre per approssimazione, la quale di tanto più s'accosta all'esattezza, di quanto è più piccolo il numero de'minuti componenti ciascuna divisione delle meridiane della carta.

225. Le parti meridionali di una carta ridotta, aumentate come nei numeri precedenti da un minuto sino a 89° 59', espresse con numeri di minuti dell'equatore, che corrispondono alle medesime, si dicono *latitudini crescenti* e le tavole ove tali numeri sono registrati si dicono *tavole delle latitudini crescenti*.

226. Per formare una tavola delle latitudini crescenti, come la tavola prima, di minuto a minuto, si prende la somma di tutte le seganti da minuto a minuto, incominciando da un minuto di latitudine, sino al termine completo di quella latitudine, di cui si ricerca la latitudine crescente; e tale somma divisa pel raggio darà per quoziente il numero esprimente la latitudine crescente.

227. La tavola delle latitudini crescenti può anche formarsi di cinque a cinque minuti, o di 10 a 10; e volendosi per esempio formarla di 5 a 5 minuti, si procede così; si prende la somma delle seganti delle latitudini di minuto a minuto, da un minuto sino a 5, e si divide tale somma pel raggio; il quoziente esprimerà la latitudine crescente de'primi cinque minuti, contati dall'equatore, e terminanti a 5 minuti di latitudine. Si riuniscono parimenti le seganti da 6 a 10 minuti, e la somma che si ottiene si divide pel raggio; il quoziente aggiunto alle latitudini crescenti precedentemente ottenute, si avrà dall'ultima somma la latitudine crescente per 10 minuti; e così successivamente.

228. La tavola delle latitudini crescenti può servire a far prontamente graduare le scale di latitudini nella carta ridotta. Supponghasi per esempio che le latitudini de'luoghi compresi nella carta, incominciano dal grado 38mo, e che vogliansi graduare le meridiane di essa di 10 a 10 minuti; si prendono dalla tavola le latitudini crescenti di 38°=2468, 3
latitudini crescenti di 38°. 10'. . . . . =2481.

Differenza. . . . . = 12, 7

Con l'ajuto d'un compasso si prende dalla parallela graduata la lunghezza di minuti 12, 7, si applica sulla meridiana da graduarsi dal 38mo grado di latitudine dal lato ove queste van crescendo, e si avrà segnata la parte della meridiana che rappresenta sulla carta l'arco del meridiano terrestre fra le latitudini 38°, e 38°. 10'. Si prende parimenti la diffe-

renza delle latitudini crescenti di 38°. 10′, e 38°, 20′, e si avrà il numero de'minuti della scala di longitudine che designar debbano lo spazio della meridiana graduata tra 38°. 10′, e 38°. 20′ di latitudine; e così si procederà successivamente.

CAPITOLO III.

Della risoluzione de' problemi di navigazione.

SEZIONE I.

INTRODUZIONE.

229. La latitudine, e la longitudine del punto di partenza si dicono latitudine, e longitudine partita. La latitudine, e la longitudine del punto d'arrivo si dicono latitudine e longitudine arrivata.

230. Le differenze di latitudine fra i paralleli di due luoghi, come quelli di partenza e d'arrivo, si distinguono in due specie nord, e sud, secondochè il parallelo d'arrivo si ritrova a nord, o a sud del parallelo di partenza; ed essa è della specie nord se da una latitudine nord minore si arriva in una latitudine nord maggiore, se da una latitudine sud maggiore si giunge in una latitudine sud minore, e se da una latitudine sud si passa in una latitudine nord. La stessa differenza di latitudine poi è della specie sud, se da una latitudine sud minore si arriva in una latitudine sud maggiore, se da una latitudine nord maggiore si giunge in una latitudine nord minore, o se da una latitudine nord si fa passaggio in una latitudine sud.

231. Quindi per mezzo della latitudine partita e della differenza di latitudine, si potrà avere la latitudine arrivata, o con prenderne la somma, se sono della stessa specie ed in tal caso la latitudine arrivata sarà dell'istessa di loro specie; o con prenderne la differenza se esse sono di diversa specie, ed in questo ultimo caso la latitudine arrivata sarà della specie della maggiore fra la latitudine partita, e la differenza di latitudine.

232. La differenza di longitudine de' due luoghi, come quella di partenza, o di arrivo, si distingue anche in due specie, est ed ovest, secondochè il meridiano di arrivo rimane da oriente, o da occidente di quello di partenza. La stessa differenza di longitudine è della specie est, se dalla longitudine est minore si giunge in una longitudine est maggiore, se da una longitudine ovest maggiore si arriva in una longitudine ovest minore, se da una longitudine ovest si passa in una longitudine est, e la somma di esse è minore di 180°; se da una longitudine est si va in una longitudine ovest, e la somma di queste è maggiore di 180°. La medesima differenza di longitudine poi è della specie ovest se da una longitudine ovest minore si arriva in una longitudine ovest maggiore; se da una longitudine est maggiore si giunge in una longitudine est mi-

nore; se da una longitudine est si passa in una longitudine ovest e la somma è minore di 180°; in fine se da una longitudine ovest si va in una longitudine est; e la somma è maggiore di 180°.

233. Quindi prendendosi la somma della longitudine partita, e della differenza di longitudine, nel caso che sono della stessa specie, si avrà la longitudine arrivata della medesima specie di esse, se non eccede 180°, mentre superando tale numero, si toglierà la somma ottenuta da 360°; ed il residuo di risulta dinoterà la longitudine arrivata, di specie opposta alla partita. Se poi la longitudine partita, e la differenza di longitudine, sono di specie opposta, in tal caso sottraendo la minore dalla maggiore, si avrà la longitudine arrivata della stessa specie della maggiore fra esse.

234. Stabilitosi il miglio marino eguale al minuto del meridiano, o che vale lo stesso eguale al minuto dell'equatore, ne risulta la facilezza di ridurre in miglia un dato numero di gradi e minuti di differenza di latitudine, o di differenza di longitudine; poichè, ridotti tali gradi e minuti, tutti a minuti, il numero che se ne ottiene, dinoterà il numero delle miglia della data differenza di latitudine o di longitudine; così la differenza di latitudine di 3°.28′=208 miglia di differenza di latitudine. E viceversa, considerate per minuti le miglia di differenza di latitudine, o di differenza di longitudine, e diviso il numero di esse per sessanta, se occorre, si avrà dal quoziente il numero de' gradi, e dal residuo i minuti di differenza di latitudine, o di differenza di longitudine; così la differenza di longitudine di miglia 135=2°.15′.

235. Nella navigazione le miglia di differenza di latitudine, si denominano pure miglia di avanzamento a nord o a sud; e le miglia avanzate verso est o verso ovest su d'un parallelo dell'equatore, prendono nome di miglia di *allontanamento*, o di *appartamento*.

236. Descrivendosi un arco di meridiano dalla nave che fa rotta per un rombo diretto, ne avviene che in tal caso le miglia di distanza si avanzano tutte in differenza di latitudine, e non cambiandosi dal naviglio il meridiano di partenza, ne avviene che lo stesso non cangia di longitudine, e molto meno si avanza in allontanamento.

237. Navigandosi per est, o per ovest sull' equatore, le miglia che percorre la nave in tal caso, le avanza tutte in differenza di longitudine; ed il naviglio non uscendo dal piano dell' equatore, non acquista latitudine.

238. Facendosi rotta per est, o per ovest su d' un parallelo, in tal caso le miglia che la nave percorre di distanza, le avanza tutte in allontanamento; e mantenendosi nel piano del parallelo di partenza, non si avanza per nulla in differenza di latitudine, ma si avanza di tanto in differenza di longitudine, di quanto ne dinota l' arco dell' equatore simile all' arco del parallelo che ha percorso.

239. Navigandosi in fine per un rombo obbliquo, in tal caso la nave passa successivamente da un meridiano all' altro, e da un parallelo

all' altro, e così si avanza in differenza di latitudine, in allontanamento, ed in differenza di longitudine.

240. Nella navigazione fatta per est, ó per ovest su d'un parallelo, è cosa facile la maniera di determinare la corrispondente differenza di longitudine per mezzo della proporzione stabilita nel n.° 202.

Cos L : R :: m : M; colla quale esprimendosi con L, la latitudine del parallelo navigato, e con m, il numero delle miglia di distanza percorse per est o per ovest, verrà in conseguenza espresso dal quarto termine M il numero delle miglia di differenza di longitudine; le quali ridotte in gradi, e minuti: e calcolate colla longitudine partita, si avrà la longitudine arrivata.

241. La stessa agevolezza non si rinviene nelle navigazioni per rombi obbliqui; e per istabilir metodi chiari e soddisfacenti in tali rincontri, onde determinare la differenza di latitudine, l' allontanamento, e la differenza di longitudine, giova premettere i principî che si sviluppano ne' numeri seguenti.

242. Rappresenti PEQ (fig: 16.) una porzione della superficie terrestre, in dove si suppone fatta una navigazione per rombo obbliquo; di cui il punto P sia uno de' poli terrestri, EQ l' equatore, B il punto di partenza; D il punto d'arrivo, BD la rotta tenuta dal naviglio, PBQ il meridiano di partenza, PDE il meridiano d'arrivo. BA l'arco del parallelo di partenza, interposto fra i due disegnati meridiani, e DT l'arco del parallelo d' arrivo, intercetto fra i meridiani medesimi. Si suppongano le BH, HK, KI, ed ID delle parti infinitamente piccole della rotta BD, e che per li punti H, K, ed I vi passino i meridiani PHR, PKS, e PIU, come pure i paralleli LH, MK, NI. Si avranno i triangoli rettangoli infinitamente piccioli BLH, HMK, KNI ed IOD tutti simili tra loro; perchè hanno uguali gli angoli in B, in H, in K, in I per essere formati dalla linea del rombo coi meridiani che passano per li di loro vertici.

243 Quindi è manifesto che i lati BL, HM, KN, ed IO, degli esposti triangoli dinotano le corrispondenti differenze di latitudini, avanzate nelle piccole navigazioni BH, HK, KI, ed ID della supposta rotta; e che gli archi LH, MK, NI, ed OD ne rappresentano i rispettivi allontanamenti. Or per essere proporzionali i lati intorno agli angoli uguali de' suddetti triangoli, starà uno degli antecedenti al suo conseguente, come tutti gli antecedenti insieme, stanno a tutti i conseguenti insieme, cioè BH: BL : : BH + HK + KI + ID = BD : BL + HM + KN + IO = BT; cioè che una piccola parte della distanza percorsa sta alla corrispondente differenza di latitudine, come l' intera distanza navigata sta alla differenza di latitudine avanzata in tutta la rotta; ed inoltre BH : HL : : BH + HK + KI + ID = BD : HL + KM + IN + DO, cioè come una piccolà quantità della distanza percorsa sta al corrispondente allontanamento, così l' intera distanza navigata stà all' allontanamento avanzato in tutta la rotta.

244. Ciò posto il triangolo BLH per la sua piccolezza, si può prendere senza errore sensibile per un triangolo rettilineo rettangolo. Quindi descritto il triangolo SRZ rettangolo in R (fig. 17), che abbia l'angolo in S uguale all'angolo LBH esprimente il rombo navigato, sarà questo triangolo simile al triangolo BLH; è perciò SZ:ZR : : BH:LH, o come BD sta all'allontanamento avanzato in tutta la rotta; e SZ : SR : : BH: BL, cioè come BD sta all'intera differenza di latitudine.

245. Laonde nelle navigazioni per rombi obbliqui, abbenchè la nave descriva una linea curva, si può supporre nelle navigazioni non molto lunghe aver percorsa la ipotenusa d'un triangolo rettilineo rettangolo, di cui l'angolo acuto che ha il vertice nel punto di partenza rappresenta il rombo, il cateto adjacente a tale angolo dinoterà la differenza di latitudine, e l'altro cateto l'allontanamento.

246. Il triangolo disegnato, è quello che dicesi *triangolo nautico*, il quale suole distinguersi col nome del primo, del secondo, del terzo, o del quarto quadrante, secondo il rombo navigato; e ciascuno ha la sua convenevole disposizione in ordine al quadrante a cui appartiene come nella fig. 18, nella quale dinotando A, il punto di partenza, disegneranno AC la distanza percorsa, AB la differenza di latitudine, e BC l'allontanamento.

247. Quindi dei quattro elementi che formano i dati d'ogni problema di navigazione; cioè del rombo navigato, della distanza, della differenza di latitudine, e dell'allontanamento, essendone noti due di essi si possono determinare gli altri due, sì col calcolo trigonometrico, che con procedimento grafico, costruendo il triangolo nautico coll'ajuto d'un semicerchio ben graduato, e d'una scala esattamente divisa in parti uguali.

248. Dinotando BD (fig. 16) la rotta percorsa dalla nave, disegneranno BT la differenza di latitudine avanzata in tale navigazione, ed EQ la corrispondente differenza di longitudine. Ora stabilitosi il procedimento per determinare la differenza di latitudine, allorchè sono noti il rombo, e la distanza navigata, bisogna ricercare il metodo per ottenere la differenza di longitudine avanzata nella stessa rotta.

249. Nella ricerca del come debbesi determinare la differenza di longitudine, giova riflettere che l'allontanamento, cioè LH + MK + NI + OD è minore di BA, ed è maggiore di DT; poichè LH è minore di BGR e maggiore di TX, MK è minore di GR, e maggiore di XZ, NI è minore di RF, e maggiore di ZO, ed infine OD è minore di Af; si conchiude non potersi supporre essere tale allontanamento rappresentato dall'arco BA, e molto meno dall'arco DT. Quindi per approssimazione tollerabile nelle piccole navigazioni, si potrebbe immaginare essere l'allontanamento avanzato nella rotta BD uguale all'arco L'A' del medio parallelo, interposto fra quello di partenza e quello d'arrivo; ed ammessa tale supposizione n'emerge che, il coseno della latitudine mezzana sta al raggio, come l'allontanamento sta alla differenza di longitudine, la quale ridotta in gradi, e posta a calcolo colla longitudine partita, darà nel risultato la longitudine arrivata.

250. In realtà l'allontanamento avanzato in una navigazione per rombo obbliquo, è minore dell'arco del medio parallelo, interposto fra il meridiano di partenza, ed il meridiano di arrivo; ed in conseguenza la differenza di longitudine che si ottiene con la proporzione stabilita col numero precedente, è minore della vera.

251. Per dimostrare l'assunto nel numero precedente, giova premettere la dimostrazione che i coseni delle latitudini, le cui differenze sono eguali, hanno maggior ragione, nelle maggiori latitudini che nelle minori. Poichè sia P Q M (fig. 19.) un semimeridiano terrestre, il punto P uno de' poli, E Q l'equatore, QG, QF, QB, e QA quattro latitudini, delle quali ne siano i coseni GI, FH, BD, ed AC, e siano uguali gli archi AB, e GF esprimenti le differenze delle latitudini; si congiungano le corde AB, ed FG, su di esse si descrivano i semicerchi ARB, ed FNG, si avrà che questi s'intersegano con le rette DB e GI, ne'punti R, ed N. Da' punti A, ed F, tirando per li punti R ed N, le rette AR ed NF, si distendono sino all'incontro del semimeridiano ne'punti K ed L.

Or essendo l'arco KB maggiore dell'arco LG, sarà l'angolo RAB maggiore dell'angolo NFG, perchè misurati dalle metà di detti archi. Laonde la corda RB sarà maggiore della corda NG; e quindi paragonate queste due rette con la terza HF, si avrà la ragione di NG : HF minore di quella di RB : HF : inoltre AC è minore di HE, paragonate con esse la terza RB, si avrà la ragione di RB : AC maggiore di quella di RB : HF, e dimostratosi l'ultima ragione maggiore di quella di NG : HF, ne risulta che la ragione di RB : AC; ovvero di RB : DR essere molto maggiore di NG : HF, o pure di NG : IN; e componendo le ultime due ragioni disuguali, si avrà DB : DR, ovvero DB : AC maggiore della ragione di GI : IN, o di GI : HF; val quanto dire che i coseni delle maggiori latitudini di B e di A, sono in maggior ragione de'coseni delle minori latitudini di G ed F.

252. È da premettere altresì che dinotando le rette CA, BD, FH, ed IG i raggi de' paralleli de' luoghi A, B, F, e G, sono fra essi nell'istessa ragione degli archi simili di tali paralleli; ed in conseguenza gli archi simili de' paralleli B, ed A in maggior latitudine sono in maggiore ragione degli archi simili de' paralleli G, ed F in minor latitudine.

253. Eccoci alla proposta dimostrazione. Suppongasi la rotta percorsa rappresentarsi dalla retta BD (fig. 16.), ed essere uguali le sue particelle BH, HK, KI, ID; ne risulterà che i piccoli triangoli BLH, HMK, KNI, IOD, sono equilateri; e perciò sono uguali tanto gli archi BL, HM, KN, ed IO, esprimenti le corrispondenti differenze di latitudini che gli archi LH, MK, IN, ed OD, dinotanti i rispettivi allontanamenti: come si ricava benanche essere L'A' l'arco del medio parallelo, intercetto fra i meridiani di partenza, e d'arrivo. Quindi è che debbesi dimostrare L'A' maggiore di LH + MK + NI + OD componenti l'allontanamento avanzato in tutta la rotta. Poichè per la piccolezza di IK si può prendere $bK = IN$, e conseguentemente bM uguale $KM + IN$, ed essen-

do $A'b > OD = LH$; e questo maggiore di $L'M$, ne avviene che de' quattro archi $A'b$, OD, LH, $L'M$, l'arco $A'b$ è il massimo, ed $L'M$ il minimo; inoltre per quanto si è dimostrato ne' due numeri precedenti, la ragione di $A'b : OD$ è maggiore di quella di $LH : L'M$; e perciò sarà (a), $A'b + L'M$ maggiore di $LH, + OD$; aggiungendo alla maggiore delle due proposte quantità disuguali, la somma di $K + KM$, e poi alla minore riunendovi $NI + KM$, si avrà $A'b + L'bM + bK + KM = A'L'$ maggiore di $HL + MK + NI + OD$, componenti l'allontanamento avanzato in tutta la rotta. E supposto siffatto allontanamento essere uguale ad $L'd$, facendo passare pel punto d il meridiano Pdo, si avrà la differenza di longitudine Qo che ne risulta, minore della vera differenza di longitudine espressa da QE.

254. L'errore in longitudine che si rinviene nel calcolo, avvalendoci del medio parallelo, come si è marcato nel numero precedente, non è da considerarsi nelle piccole navigazioni fatte in latitudini non molto avanzate; in effetto prendendo norma dal calcolo eseguito dal *Bezout*, sotto il parallelo della latitudine di 45,° tale errore è di minuti $\frac{8}{15}$ del cubo del numero delle centinaja di leghe (ciascuna lega pareggia tre miglia marine) della distanza percorsa sotto il parallelo di 60°; l'istesso errore è la metà del cubo medesimo, sotto il parallelo di 75° è di $4\frac{11}{16}$ volte il cubo suddetto; e cioè lo stesso che dire, che se la distanza non eccede 200 leghe sotto il 45° di latitudine, l'errore in longitudine facendo uso del medio parallelo, non può essere più di 1' 13", sotto il 60° di 4'. 5", sotto il 75° di 32'. 24", sotto il grado 80mo è di 1°, 48', 58". Si avverte altresì che per non aversi l'errore in longitudine che supera un minuto, bisogna non fare uso del medio parallelo nelle rotte al di là della lunghezza di leghe 302 nelle piccole latitudini, al di là di leghe 187 nella latitudine di 45°, di leghe 125 sotto il parallelo di 60°, di leghe 62 sotto il parallelo di 75°, e di leghe 41 sotto quello di 80.°

255. La differenza di longitudine avanzata in una navigazione per rombo obbliquo, si può ottenere con sufficiente esattezza indipendentemente dall'allontanamento e direttamente con la seguente analogia.

Il raggio sta alla tangente del rombo navigato, come la differenza in latitudini crescenti sta alla differenza di longitudine avanzata in tutta la rotta. Poichè

Nel numero 202 si è dimostrato che sulla terra (fig. 16)

$$\text{Seg } QL : R :: QR : LH$$

dunque
$$LH = \frac{QR \times R}{\text{Seg } QL}$$

(a) Pongasi $A'b = a$, $LH = b$, $LM = c$ si avrà $a : b >$ di $b : c$, e suppongasi c diminuita dalla quantità f per quanto $b : c - f$ sia uguale a quella di $a : b$; sarà $a : b :: b : c - f$, ed $a + c - f > b + b$, perciò con maggior fondamento sarà $a + c > b + b$, cioè $A'b + L'M > LH + OD$.

Or nel piccolo triangolo BLH rettangolo in L

$$R : \text{Tang } LBH :: BL : LH = \frac{QR \times R}{\text{Seg } QL}$$

cioè . . . . $R : \text{Tang } LBH :: BL : \frac{QR \times R}{\text{Seg } QL}$

Inoltre dal n.° 216 si rileva che sulla carta ridotta si è conservato il rapporto di $BL : \frac{QR \times R}{\text{Seg } QL}$ tra il minuto della meridiana graduata, o quello della parallela graduata; e quindi

$$\overbrace{BL : \frac{QR \times R}{\text{Seg}. QL}}^{\text{Sul Globo}} :: \overbrace{\frac{BL \times \text{seg}. QL}{R} : QR}^{\text{Sulla Carta}}$$

Perciò si avrà

$$R : \text{Tang } LBH :: \frac{BL \times \text{Seg } QL}{R} : QR$$

L'istesso ragionamento è applicabile per determinarsi i rimanenti archi RS, SU, ed UE che mancano per completare la differenza di longitudine QE; in conseguenza si avranno le proporzioni

$$R : \text{Tang } LBH :: \frac{LL' \times \text{Seg } QL'}{R} : RS$$

$$R : \text{Tang } LBH :: \frac{L's \times \text{Seg } Qs}{R} : SU \text{ ecc.}$$

Quindi le esposte analogie avendo il comune rapporto di R : Tang. LBH, si avrà

$$R : \text{Tang } LBH :: \frac{BL \times \text{Seg } QL}{R} + \frac{LL' \times \text{Seg } QL'}{R} + \frac{L's \times \text{Seg } Qs}{R}$$

$$: QR + RS + SU \text{ ec} :$$

ma $\frac{BL \times \text{Seg } QL}{R} + \frac{LL' \times \text{Seg } QL'}{R} + \frac{L's \times \text{Seg } Qs}{R}$ costituiscono le parti meridionali componenti la differenza in latitudini crescenti fra quelle delle latitudini de' punti di partenza, e di arrivo (222; 226). Dunque R ; Tang LBH : : la differenza in latitudini crescenti : QE differenza di longitudine avanzata in tutta la rotta navigata.

256. Per lo che dandosi una costruzione geometrica all' ultima esposta analogia, si avrà il triangolo B'AC' (fig. 20) rettangolo in B' in dove l' angolo B'AC' rappresenta il rombo navigato ed AB' la differenza in latitudini crescenti, si avrà che il cateto B'C' rappresentar debba la differenza di longitudine fra i meridiani di partenza, e d'arrivo.

257. Or essendo il triangolo B'AC' simile al triangolo BAC (fig. 18) ne risulta che adattato questo a quello, in modo che abbiano di comune l' angolo in A, si avrà (fig. 20), che l'angolo in A dinota il rombo navigato, AB la differenza di latitudine, BC l'allontanamento, AC la

distanza percorsa, AB' la differenza in latitudini crescenti, e B'C' la differenza di longitudine.

258. Dalle cose esposte si rileva con chiarezza che sulla carta piana, ridottasi BC (fig. 20) uguale all'arco simile del medio parallelo, e questo uguale all'arco simile dell'equatore, la scala di latitudine è quella che misurar debbe qualunque estensione della carta piana; poichè a misura che tale estensione è stata aumentata, così approssimativamente quella della scala di latitudine è stata accresciuta; quindi dinotando A il punto di partenza sulla carta piana, la ipotenusa AC misurata con parte della meridiana graduata disegna la distanza percorsa, il punto C sulla carta indica il sito del punto d'arrivo, e BC misurato pure colle parti della stessa meridiana graduata disegnerà l'allontanamento, mentre lo stesso BC misurato con parti della parallela graduata dinoterebbe la differenza di longitudine.

259. Come pure è manifesto che rappresentando A il punto di partenza sulla carta ridotta, con AB' la differenza in latitudini crescenti, misurate con parti della meridiana graduata fra la parallela di partenza e quella di arrivo, disegnerà il punto C' della carta ridotta il sito del punto d'arrivo, e B'C' misurato sulla parallela graduata esprimerà la differenza di longitudine.

Ed inoltre presa dalla parallela graduata il numero de' minuti componenti la differenza di latitudine, adattatone l'intervallo coll'ajuto d'un compasso dal punto di partenza lungo AB', si avrà AB, e tirando sulla carta ridotta dal punto B una parallela sino all'incontro della linea del rombo, si avrà AC, che misurata pure con parti della parallela graduata, darà il numero delle miglia della distanza percorsa.

260. Quindi il punto d'arrivo sulla carta marina si può determinare, e con metodi grafici, e coll'incontro della parallela della latitudine arrivata, colla meridiana della longitudine di arrivo, ottenute per mezzo del calcolo. Nelle sezioni seguenti saranno sviluppati gli enunciati metodi per quanto la utilità lo richiede.

261. I problemi di navigazione posson ridursi a cinque, e sono:

1.° Dato il punto di partenza, il rombo navigato, e la distanza; determinare il punto d'arrivo sulla carta, la latitudine, e la longitudine arrivata.

2.° Dato il punto di partenza, il rombo navigato, e la differenza di latitudine, determinare il punto d'arrivo sulla carta, la distanza percorsa, e la longitudine arrivata.

3.° Dato il punto di partenza, la differenza di latitudine avanzata, la distanza percorsa, ed il quadrante della rosa in cui si è navigato, determinare il punto di arrivo sulla carta, il rombo navigato, e la longitudine arrivata.

4.° Dato il punto di partenza, gli avanzamenti fatti in differenza di latitudine, ed in allontanamento, determinare il punto d'arrivo sulla carta, il rombo e la distanza navigata, nonchè la longitudine arrivata.

5.° Ridurre più rotte diverse in una sola, cioè determinare il rombo, e la distanza che in linea retta conduce dal punto di partenza al punto d'arrivo.

262. Oltre degli esposti problemi ve ne sono altri tre, diretti a determinare il punto della carta che rappresenta il sito che ha il naviglio sulla terra, per mezzo di rilevamenti fatti a due oggetti della costa, segnati nella carta, ed anche ad un solo oggetto. Ed in teoria ve ne sarebbero degli altri come per esempio quello, di cui essendo noti il rombo, e l'allontanamento, si vogliono determinare i mancanti dati, ma nella pratica essi non avranno luogo; poichè è cosa quasi impossibile aversi la conoscenza dell'allontanamento, mentre non si hanno elementi da derivarne la differenza di latitudine.

SEZIONE IV.

DELL'USO E DEL MANEGGIO DELLA CARTA PIANA.

263. Sulla carta piana si risolvono graficamente tutt'i problemi di navigazione, e volendo procedere con miglior consiglio, e maggior esattezza si risolvano prima col calcolo trigonometrico, o col quadrante di riduzione, e dopo mediante la latitudine, e la longitudine arrivata, si determina il punto della carta che rappresenti il punto d'arrivo.

264. Sulla carta piana si determina comodamente il rombo su di cui sono situati due luoghi qualunque, cioè la rotta da tenersi per andare da un luogo ad un altro, nel modo e secondo le diverse combinazioni qui appresso notate.

Primo. Se per li due luoghi in proposito vi passa una linea di rombo segnato sulla carta, in tal caso questa medesima linea sarà la rotta da navigarsi per andare dal primo al secondo luogo, ed il rombo opposto indicherà la rotta da tenersi per andare dal secondo al primo luogo.

Secondo. Se per li due luoghi in parola non vi passa nessuna linea di rombo segnato sulla carta, ma la retta congiungente tali punti è parallela ad una linea di rombo segnato sulla carta, in tal caso siffatta linea di rombo è quella che indica la rotta da tenersi per andare da un luogo ad un altro.

Terzo. Non verificandosi niuna delle due esposte combinazioni, in tal caso si applica un semicerchio graduato col centro sopra uno dei luoghi, col diametro parallelo alle meridiane, e pel punto indicante l'altro luogo si distende il filo che parte dal centro del semicerchio; l'angolo contenuto dal diametro del semicerchio, e dal filo suddetto, dinoterà la quantità angolare del rombo cercato, e l'arco del semicerchio intercetto fra essi n'esprimerà il valore.

265. La distanza sulla carta piana si misura per mezzo della scala di latitudine nel seguente modo. Si apre il compasso e si applica con

le sue punte sui luoghi di cui si cerca la distanza, ed indi con la medesima apertura si trasporta il compasso sulla meridiana graduata; il numero de' minuti della meridiana contenuti da tale apertura, indicherà il numero delle miglia della distanza cercata.

266. La latitudine d'un luogo sulla carta piana si determina così: si applica la punta d'un compasso sul luogo, e coll'altra punta si descrive un arco in modo che tocchi la parallela piu prossima, lungo la quale si farà correre il compasso sino all'incontro della meridiana graduata; sarà la latitudine del luogo designata dalla punta del compasso ch'è partita dal luogo in proposito.

267. La longitudine d'un luogo compreso nella carta piana, si determina come appresso. Coll'aiuto d'un compasso si tiri dal luogo una linea meridiana sino all'incontro della parallela graduata; sarà siffatto punto d'incontro, quello che indica la longitudine cercata.

268. La differenza di latitudine di due luoghi si avrà comodamente nel seguente modo. Da'due luoghi coll'aiuto di due compassi si tirino due parallele sino all'incontro della meridiana graduata; il numero dei minuti della meridiana istessa, compresi fra le disegnate parallele, indicherà il numero delle miglia dalla cercata differenza di latitudine.

269. La differenza di longitudine di due luoghi contenuti nella carta, si ha con tirare da'due luoghi le meridiane che passano per essi, coll'aiuto di due compassi, sino all'incontro della parallela graduata; poichè il numero de'minuti della parallela medesima compresi fra le segnate meridiane, indicherà la cercata differenza di longitudine.

270. Determinate che saranno la latitudine e la longitudine arrivata, sarà cosa agevolissima il determinare sulla carta marina il punto d'arrivo, operando come appresso. Dal punto della meridiana graduata indicante la latitudine arrivata, coll'aiuto d'un compasso si mena una parallela, e dal punto della parallela graduata dinotante la longitudine d'arrivo, coll' aiuto d'un altro compasso si tiri una meridiana sino all'incontro della descritta parallela di arrivo. Siffatto punto d'incontro rappresenterà il punto arrivato sulla carta.

Problema I.

271. Dato il punto di partenza, il rombo navigato e la distanza percorsa, determinare il punto d'arrivo sulla carta piana, e gli avanzamenti fatti in differenza di latitudine ed in allontanamento. Si applica una punta di compasso sul punto di partenza, e coll'altra punta si descrive un arco che abbia per tangente la linea del rombo della rosa per ove si è fatta la rotta; si fà correre in tal guisa il compasso, onde segni sulla carta con la prima punta il rombo navigato; con un altro compasso si prendono dalla meridiana graduata le miglia della distanza percorsa, e coll'istessa apertura si applica una punta sul punto di partenza, e l'altra sul rombo navigato che si è segnato col primo compasso. Il punto marcato dal-

l'ultima punta del compasso della distanza, indicherà sulla carta piana il punto d'arrivo. Dal punto di partenza si tiri una meridiana, e dal punto d'arrivo si segni una parallela, sino a che tali linee s'incontrino. Le miglia comprese fra tale punto d'incontro, ed il punto di partenza, misurate sulla meridiana graduata, dinoteranno le miglia di differenza di latitudine, e le miglia fra il medesimo punto d'incontro ed il punto d'arrivo, misurate nello stesso modo, disegneranno l'allontanamento.

Problema II.

272. Dato il punto di partenza, la differenza di latitudine avanzata nella data rotta, ed il rombo navigato, determinare il punto d'arrivo sulla carta piana, la distanza percorsa e l'allontanamento.

Dal punto di partenza si seguino le miglia di differenza di latitudine verso nord o verso sud, secondo la sua specie, prese dalla meridiana graduata; e dal punto in cui termina, si segni una parallela sino all'incontro della linea del rombo navigato, tirato dal punto di partenza. Sarà siffatto punto d'incontro il punto d'arrivo sulla carta. L'intervallo tra il punto di partenza, e quello d'arrivo, misurato pure sulla meridiana graduata, disegnerà le miglia della distanza percorsa, mentre lo spazio, tra il punto arrivato, e quello ove è terminata la differenza di latitudine, misurato benanche sulla meridiana graduata, dinoterà l'allontanamento avanzato.

Problema III.

273. Dato il punto di partenza, la differenza di latitudine avanzata, la distanza percorsa, ed il quadrante in cui si è fatta la rotta, determinare il punto arrivato sulla carta piana, il rombo navigato, e l'allontanamento.

Dal punto di partenza si segnino le miglia di differenza di latitudine verso nord o sud, secondo la sua specie, e dal termine di essa si tiri una parallela verso est o verso ovest, secondo il quadrante ove si è fatto la rotta, sino all'incontro del compasso dinotante colla sua apertura la distanza percorsa, applicato con una punta sul luogo di partenza, e coll'altra che incontra la parallela, come si è detto. Siffatto punto d'incontro sarà il punto d'arrivo, e l'intervallo tra il punto di arrivo ed il termine della segnata differenza di latitudine, dinoterà l'allontanamento.

La linea che passa per li punti di partenza e d'arrivo, dinoterà il rombo navigato, il quale sarà dell'istesso nome di quello che gli è parallelo, e che trovasi segnato nella carta; in mancanza si misurerà la quantità angolare del rombo navigato per mezzo d'un semicerchio graduato, con applicarlo col centro sul punto di partenza, e col diametro parallelo alle meridiane, poichè il filo fermato nel centro di esso, disteso pel punto d'arrivo, disegnerà nella circonferenza del medesimo i gradi e minuti esprimenti il valore del rombo percorso, contati dall'estremità più prossima del suo diametro.

Problema IV.

274. Dati il punto di partenza, gli avanzamenti fatti in differenza di latitudine ed in allontanamento, determinare il punto d'arrivo sulla carta piana, non che il rombo, e la distanza percorsa.

Dal punto di partenza si segnano le miglia in differenza di latitudine, prese con un compasso dalla meridiana graduata, verso nord o sud secondo la sua specie; e dal punto ovo terminano si segnano le miglia di allontanamento, prese pure dalla meridiana graduata, verso est o verso ovest, secondo la sua specie. Il termine dell'allontanamento dinoterà sulla carta il punto d'arrivo, la linea che passa per li punti di partenza, e di arrivo, disegnerà il rombo navigato; e l'intervallo fra gli ultimi indicati punti, misurato sulla meridiana graduata, esprimerà la distanza percorsa.

275. Trovandosi il naviglio a vista di una costa conosciuta, in dove si osservano due oggetti rimarchevoli che si vedono segnati e distinti nella carta, e che rimangono in rapporto al naviglio per due rombi che s'intersegano ad angoli, è chiaro che col rilevamento degli oggetti medesimi si potrà avere il punto della carta che rappresenta il sito dove sta il naviglio, operando come appresso.

Coll'aiuto d'un compasso di variazione si rileva per quali rombi restino situati i due oggetti suddetti (144); indi coll'aiuto di due compassi si segnano sulla carta due linee di rombi paralleli a'rilevamenti fatti, tirate da'luoghi medesimi in direzione opposta a'rombi rilevati sino a che s'incontrino. Sarà tale punto d'incontro quello che rappresenta il punto ove sta la nave.

276. Ritrovandosi il naviglio poi anche a vista d'un terreno conosciuto, ove non vi è da rilevare che un solo oggetto rimarchevole nella costa, e distinguibile sulla carta, mentre si ha conoscenza della latitudine del naviglio; in questo caso è manifesto che tirandosi una parallela dal punto della meridiana graduata indicante la latitudine della nave, sino all'incontro della linea del rombo opposto a quello per ove si è rilevato l'oggetto, segnata dal punto della carta, rappresentando l'oggetto medesimo, si avrà da tale punto d'incontro il sito ove sta il naviglio.

277. In fine avverandosi il caso di non tenere a vista se non un solo oggetto della costa, e di non conoscersi con sufficiente certezza la latitudine della nave, si potrà determinare il sito che questa ha, procedendo nel seguente modo. 1.° Si rileva l'oggetto per qual rombo egli resta. 2.° Si misurano le miglia di distanza che si percorrono dal punto ove si è fatto il primo rilevamento per una rotta seguita dalla nave che fa angoli col rombo rilevato, sino a che si potrà effettuare un secondo rilevamento che fa angolo col primo, minore di 90, e maggiore di 22° 30'. 3.° Si prende tale secondo rilevamento del medesimo oggetto.

4.° Dal punto della carta, dinotante l'oggetto rilevato, si tirino due linee di lapis in direzione opposta ai rombi, per li quali si è rilevato l'oggetto, e con un compasso si prendono dalla meridiana graduata le miglia della suddetta distanza. 5.° In fine si applica l'apertura di tale compasso sulla carta in modo che le sue punte cadono sulle linee de' rombi disegnati, e che la congiungente delle due punte medesime sia parallela alla linea del rombo navigato dal primo al secondo rilevamento. Sarà il sito della nave nei momenti dei due rilevamenti, indicato da due punti marcati dal compasso, cioè quello che segna sulla linea del primo rilevamento dinoterà il sito della nave nel primo rincontro, e quello che segna sulla linea del secondo rilevamento, rappresenterà il sito della nave nell'ultimo rilevamento.

278. Dovendosi proseguire una navigazione verso il termine d'un foglio, e che per completarla debbesi passare nel foglio seguente, si proceda così. Si prosegue la rotta fino ad un punto prossimo al termine del foglio: e se ne determina il punto d'arrivo, e di questo si prende la latitudine, e la longitudine, segnate dalla carta (266, e 267). Si apre il foglio che comprende quella parte di mare in dove debbesi completare la navigazione da farsi; e per mezzo della latitudine, e della longitudine che avea il punto stesso della nave nell'altro foglio, si determina il punto medesimo nel secondo foglio (270). Tale operazione suole dirsi da' marini, *passare il punto da un foglio all'altro.*

279. Sulle carte piane di antica costruzione (213) il punto d'arrivo e le altre parti del triangolo nautico, si determinano nello stesso modo come si è praticato sulle carte piane di recente costruzione, menochè per lo passaggio del punto della nave da un foglio ad un altro foglio; ove invece l'operazione si può effettuare come appresso.

Dal punto della carta, indicante il punto della nave, si rileva un oggetto rimarchevole nella costa, disegnato sulla carta medesima, posto verso la sua estremità, e che si rinviene ripetuto nel foglio, ove debbesi trasportare il punto. Fatto ciò si misurano le miglia di distanza dal punto della nave all'oggetto rilevato, e queste prese dalla meridiana del foglio, in dove vuolsi trasferire il punto, si segnano sull'ultimo foglio dall'oggetto rilevato lungo il rombo opposto al rilevamento fatto nel primo foglio.

280. Si avverte in fine che siccome sulle carte di antica costruzione non vi è scala di longitudine, così non si possono coll'aiuto delle medesime conoscere le longitudini de' luoghi in essa compresi, e molto meno si può determinare il punto di arrivo mediante la latitudine, e la longitudine arrivata.

SEZIONE QUINTA.

Dell' Uso, e Maneggio della Carta Ridotta.

281. Sulla carta ridotta si risolvono graficamente i problemi di navigazione, e si può dire che le operazioni sono le stesse di quelle adoprate per la carta piana, menochè per la misura delle distanze, in ordine alla quale bisogna mettere in opera un procedimento analogo alla costruzione della carta ridotta.

282. Le latitudini, e le longitudini de'luoghi, nonchè le rotte da seguirsi per andare da un luogo ad un altro, si determinano sulla carta ridotta come nella carta piana: lo stesso è a dirsi sì per le differenze di longitudini che per le differenze di latitudini; e per queste ultime giova avvertire che i minuti della meridiana graduata fra le parallele dei punti di partenza e d'arrivo, si numerano come unità uguali, senza tener conto dell'effettiva disuguaglianza di essi.

283. Per riguardo alle carte ridotte è in acconcio ripetere la stessa avvertenza fatta al (n.° 263), cioè di risolvere i problemi di navigazione prima col calcolo trigonometrico, o col quadrante di riduzione, e dopo mediante la latitudine e la longitudine arrivata si passerà a determinare il punto d'arrivo sulla carta ridotta; operazione che si esegue come si è detto praticarsi per la carta piana.

284. Per misurare la distanza fra due luoghi sulla carta ridotta, conviene distinguere tre casi; o che i luoghi sono situati sullo stesso meridiano, o che sono sull'istesso parallelo, o che sono su d'un rombo obbliquo.

Caso primo.

Rimanendo i luoghi di cui si cerca la distanza sull'istesso meridiano, si avrà la distanza di essi nel seguente modo. Coll'aiuto di due compassi si tirino da'luoghi medesimi due linee parallele sino all'incontro della meridiana graduata. È manifesto che i minuti di differenza di latitudine fra i disegnati paralleli, dinoteranno le miglia di distanza tra i luoghi dati (236).

Caso secondo.

Rimanendo i luoghi, di cui si cerca la distanza, sull'istesso parallelo, si operi come appresso. Si determini la latitudine de'medesimi luoghi (266). Si adatti sulla carta un semicerchio graduato in modo che il centro cada sopra uno de'due luoghi ed il diametro che sia parallelo alle parallele.

Si distende il filo del semicerchio per li gradi e minuti della sua circonferenza, esprimenti la latitudine de'medesimi luoghi. Per mezzo d'un

compasso si prenda lo spazio fra i luoghi stessi, e se ne applichi l'apertura in modo che una punta stia sul luogo ove trovasi il centro del semicerchio, e l'altra s'arresti lungo il filo suddetto. Dal punto marcato dall'ultima punta di compasso, si tiri una linea meridiana sino all' incontro della parallela che passa per li luoghi. Lo spazio fra tale punto d' incontro, ed il luogo ove stava il centro del semicerchio, misurato con un compasso sulla parallela graduata, dinoterà le miglia di distanza fra i luoghi dati.

Il fondamento di questa grafica operazione si rinviene ne' principii stabiliti nel n.° 202.

Caso terzo.

Restando i luoghi su d' un rombo obbliquo, per misurarne la distanza si procede così.

Si determina in prima la differenza di latitudine fra i luoghi (268, 282). Coll' aiuto d' un compasso si prendano dalla parallela graduata le miglia della determinata differenza di latitudine, e si segnino da uno de' luoghi verso nord o verso sud, secondo che l' altro luogo rimane dalla parte di nord o di sud, e dal punto ove queste terminano si tiri una parallela sino all' incontro della linea del rombo che passa per li due luoghi. L' intervallo fra tale punto d' incontro, ed il punto da dove si è segnata la differenza di latitudine, misurato dalle parti della parallela graduata, mediante un compasso, dinoterà il numero delle miglia di distanza fra i luoghi dati.

Il fondamento dell' ultima grafica operazione vedesi stabilito nel n.° 270.

Problema I.

286. Dato il punto di partenza, il rombo e la distanza navigata, determinare il punto d' arrivo sulla carta ridotta.

Tre casi possono verificarsi, o che si è navigato per un rombo diretto, o che si è fatto rotta per un rombo parallelo, o che si è percorso un rombo obbliquo.

Caso primo.

Siasi navigato un numero di miglia per nord, o per sud. Dal punto di partenza si tiri una parallela, sino all'incontro della meridiana gradnata. Da tale punto d'incontro si contano verso nord o verso sud per minuti della meridiana graduata stessa le miglia di distanza percorsa, e dal punto ove esse terminano si tiri una parallela sino all'incontro della meridiana tirata dal punto di partenza. Sarà l'ultimo punto d'incontro, quello che disegna il punto d' arrivo sulla carta ridotta.

Caso secondo.

Essendosi navigato per un rombo parallelo, bisogna distinguere se la navigazione si è fatta sull'equatore, poichè in tal rincontro, si contano dal punto di partenza sulla linea equinoziale tanti minuti dell'equatore, quante sono le miglia di distanza percorsa verso est, o verso ovest secondo il rombo navigato, e nel termine di esse, si avrà il punto d'arrivo sulla carta ridotta.

Se poi siasi navigato per est, o per ovest su d'un parallelo qualunque, in tal caso si operi come appresso.

Dalla parallela graduata, coll'ajuto d'un compasso, si prendano tanti minuti della medesima, quante sono le miglia di distanza percorsa. Si applichi l'apertura di tale compasso con una punta sul luogo di partenza, e coll'altra sul parallelo navigato verso est, o verso ovest secondo la rotta percorsa. Dal termine della distanza segnata, cioè dal sito ove cade l'altra punta del compasso si tiri una meridiana fino a che incontra una linea segnata con lapis, o dal filo del semicerchio graduato, e questa linea sia tale che faccia nel punto di partenza un angolo con la parallela navigata, di tanti gradi di quanti ne disegna la latitudine della parallela stessa, misurato dal semicerchio collocato sul luogo, di partenza, e col diametro parallelo alle parallele. Si trasporta l'intervallo fra il punto di partenza e l'ultimo punto d'incontro, sulla parallela navigata, per mezzo d'un compasso, con applicarne l'apertura di questo dal punto di partenza verso est o verso ovest, secondo il rombo navigato, e si avrà dall'ultima punta di compasso disegnato il punto d'arrivo sulla carta ridotta.

Caso terzo.

Essendosi fatta la rotta per un rombo obbliquo, volendosi determinare il punto della carta ridotta, disegnante il punto d'arrivo, si operi come appresso. Coll'aiuto d'un compasso si prendano dalla parallela graduata tanti minuti, quante sono le miglia di distanza; e queste si segnino dal punto di partenza lungo il rombo navigato, delineato mediante altro compasso. Dal punto ove termina la distanza così segnata, si tiri una parallela sino all'incontro della meridiana tirata dal punto di partenza: per mezzo d'un compasso con le parti della parallela graduatasi misura l'intervallo fra il punto di partenza, e l'indicato punto d'incontro, e si avrà il numero de' minuti della differenza di latitudine avanzata. Dal punto di partenza si tiri una parallela sino all'incontro della meridiana graduata, e da tale punto d'incontro si contano sulla meridiana istessa i minuti della determinata differenza di latitudine verso nord o sud, secondo la sua specie, e si avrà nel termine di questa il punto della meridiana graduata, indicante la latitudine arrivata. Dal segnato ultimo punto si tiri per mezzo d'un compasso la parallela

d'arrivo, sino a che incontri il rombo navigato, menato dal punto di partenza, coll'aiuto d'altro compasso. Sarà siffatto punto d'incontro il punto d'arrivo sulla carta ridotta.

Problema II.

287. Dato il punto di partenza, il rombo navigato, e la differenza di latitudine avanzata in tutta la rotta, determinare il punto d'arrivo sulla carta ridotta, e la distanza percorsa.

Dal punto di partenza si tiri una parallela sino all'incontro della meridiana graduata, e da tale punto d'incontro si contino tanti minuti della meridiana istessa quanti ne indica la data differenza di latitudine verso nord, o sud, secondo la sua specie. Dal punto ove terminano, cioè da quello indicante la latitudine arrivata, si tiri una parallela sino all'incontro del rombo navigato; menato dal punto di partenza: indicherà l'ultimo punto d'incontro il punto d'arrivo sulla carta ridotta. Lo spazio fra il punto di partenza, e quello d'arrivo dinoterà la distanza percorsa, la quale potrà essere misurata secondo le norme esposte nel caso terzo del n. 284.

Problema III.

288. Dato il punto di partenza, la differenza di latitudine, la distanza percorsa, ed il quadrante in cui si è fatta la rotta, determinare il punto di arrivo sulla carta ridotta, ed il rombo navigato.

Dalla parallela graduata si prendano coll'apertura d'un compasso tanti minuti quanti ne comprende la data differenza di latitudine, e si segnino dal punto di partenza verso nord, o sud secondo la specie di essa.

Dal termine della segnata differenza di latitudine, si tiri una parallela verso est o verso ovest, secondo il quadrante in cui si è navigato; e coll'apertura di altro compasso, si prendano dalla parallela graduata tanti minuti, quante sono le miglia della distanza percorsa; si applichi l'ultimo compasso con un piede sul punto di partenza, e coll'altro che incontri la segnata parallela: la linea che passa pel punto di partenza, e l'ultimo punto d'incontro dinoterà il rombo navigato. Fatto ciò col rombo determinato, e colla data differenza di latitudine si potrà determinare il punto d'arrivo sulla carta ridotta, oprando come nel problema precedente.

Problema IV.

289. Dato il punto di partenza, e gli avanzamenti fatti in differenza di latitudine ed in allontanamento, determinare il punto d'arrivo sulla carta ridotta, nonchè il rombo e la distanza percorsa.

Dalla parallela graduata si prendono con una apertura di compasso tanti minuti,quanti se ne contengono nella data differenza di latitudine, e dal punto di partenza si segnano verso nord o sud, secondo la specie della differenza di latitudine.

Dalla stessa parallela graduata si prendono similmente le miglia di allontanamento, e poi dal punto ove è terminata la segnata differenza di latitudine si segnano verso est o verso ovest secondo la sua specie.

Lo spazio fra il punto di partenza ed il termine del segnato allontanamento, misurato con le parti della parallela graduata, darà il numero delle miglia della distanza percorsa, e la linea che passa per li medesimi punti indicherà il rombo navigato.

Mediante la data differenza di latitudine ed il rombo cercato,si determinerà il punto d'arrivo sulla carta ridotta, operando come nel problema secondo n. 287.

290. Trovandosi il naviglio a vista d'una costa,fra quelle rappresentate dalla carta ridotta, rilevatisi due oggetti marcabili, o in mancanza avendo il rilevamento d'un solo oggetto della carta medesima, mentre si sa con una certezza sufficiente la latitudine del naviglio, si potrà determinare il punto della carta ove questo si ritrova, operando come nella carta piana. (n. 275, e 276).

291. Nel caso poi che può farsi il rilevamento su d'un solo oggetto della costa, mentre s'ignora la latitudine vera del naviglio, fatti i due rilevamenti al medesimo oggetto, ed avendosi la distanza,nonchè la rotta seguita dal primo al secondo rilevamento; e tale che faccia angoli co' rombi rilevati, è manifesto che atteso la costruzione della carta ridotta, l'operazione grafica disegnata da farsi in simili casi sulle carte piane (n. 277) non può adoprarsi sulle carte ridotte. Nondimeno poichè le linee de' rombi rilevati formano angolo nell'oggetto rilevato, che ha per base la linea della rotta navigata, è chiaro aversi in tal rincontro un triangolo rettilineo, di cui sono noti gli angoli ed un lato. Di fatti siasi rilevato l'oggetto A (fig. 21) per NE$\frac{1}{4}$N che pongasi rappresentato da BA; che nel secondo rilevamento lo stesso oggetto siasi rilevato per NNO, dinotato da CA, e che si siano percorse miglia 7 dal primo al secondo rilevamento, facendosi rotta per est, disegnato da BC. È manifesto essere l'angolo ABC di 56° 15′, BAC pure di 56° 15′, e BCA di 67° 30′, e perciò nella specie risultato isoscele il triangolo ABC,sarà AC di 7 miglia, come lo è CB: altrimenti si sarebbe determinato CA, con la proporzione senA : senB : : CB : CA; quindi tirando dal punto A che è l'oggetto rilevato, pel rombo SSE, opposto al NNO sino alla distanza espressa dal valore ottenuto per CA, operando secondo le norme del caso terzo del problema primo (n. 286), si avrà sulla carta ridotta il punto C,ove ritrovavasi la nave nel secondo rilevamento.

292. Dovendosi completare una navigazione, mentre la prima parte del mare che si è percorsa si trova in un foglio della carta ridotta,

10

e la porzione che rimane a navigarsi è compresa in altro foglio della medesima, per passare il punto dal finire del primo foglio al cominciar del secondo foglio, bisogna adottare le stesse norme stabilite per simili casi in ordine alle carte piane (n. 278).

293. Dal maneggio della carta ridotta, esposto ne' numeri precedenti, si rileva che il punto d'arrivo sulla medesima può determinarsi o coll'incontro della meridiana di arrivo colla parallela arrivata, o coll'incontro del rombo navigato colla parallela della latitudine arrivata.

SESTA SEZIONE

Del modo di risolvere i problemi di navigazione col calcolo trigonometrico, avvalendosi del medio parallelo.

PROBLEMA PRIMO.

294. Data la latitudine, e la longitudine partita (1), il rombo, e la distanza navigata; determinare la latitudine, e la longitudine arrivata *Esempio*.

Partitosi dalla latitudine 41°. 57′ N, e dalla longitudine 10°. 18′Est si sono percorse miglia 133 per SO$\frac{1}{4}$S col vento da O$\frac{1}{4}$NO, con 13° di deriva, e con la variazione 18° NE. Si domanda la latitudine, e la longitudine arrivata.

Si corregge in prima la rotta apparente SO$\frac{1}{4}$S della deriva, e della variazione, e si avrà la rotta corretta S 38° 45′O; ed in corrispondenza di questo rombo si descriva la figura 20 in testa della mappa del problema; si notino al luogo proprio le quantità esprimenti la distanza, ed il rombo navigato. Indi si determini il cateto esprimente la differenza di latitudine colla seguente analogia.

R : cos 38°. 45′ : : 133 : diff. di latit. = 103, 7
log cos di 38° 45′ . . . . = 9.89203
log di 133. . . . . =+ 2.12385
log: di 103′,7. . . . . = 2.01588

38°45
133 | 103,7
83,25
110,5

Ovvero
comp.° arit. log. cos di 38° 45′. . . =— 0. 10797
log. di 133 . . . . = 2. 12385
log. di 103,7 . . . . = 2.01588

Si determina l'allontanamento.

R: sen 38° 45′: : 133:allont.=83,25

(1) Conoscendosi sulla carta il punto di partenza, operando come di sopra si è detto (266, 267, 282) si potranno facilmente conoscere i due dati enunciati; cioè la latitudine e la longitudine partita.

comp. aritmetico log. sen di 38° 45′	=— 0.20348
log.° di 133.	= 2.12385
log.° di 83,25.	= 1.92037

Fatto ciò si determini il medio parallelo, e si conchiuda per la longitudine arrivata

Latitudine partita	=	41°. 57′ N.
Differenza di latitudine.	=—	1. 43.42″S.
Latitudine arrivata	=	40. 13 18 N.
Somma delle due latitudini	=	82. 10. 18.
Medio Parallelo	=	41. 05. 09.
Longitudine part.	=	10. 18 E.
Differenza di longitudine.	=—	1. 50. 30 O.
Longitudine arrivata.	=	8. 27′.30″Est.

Per aversi la diff. di long.

Cos 41°.05′. 09″: R : : 83. 25 : diff. di long. = 110,5

log di 83,25.	=	1.92038
log R	=	+10.00000
Somma.	=	11.92038
log cos di 41°. 5′. 54″.	=—	9.87702
logaritmo di 110,5.	=	2.04336=1°.50′.30

Esempio II.

Partitosi dalla latitudine 47.° 58′. S, e dalla longitudine 178.° 49′ Ovest, si sono navigate miglia 197 per N¼NO, con una bussola che ha 18.° di variazine NO; si domanda la latitudine e la longitudine arrivata.

Nella pratica gli elementi per la soluzioue del presente, e de' seguenti problemi di navigazione sogliono disporsi come si vedono appresso notati

Latitudine part. . . : . . . : .	=	47°.58′ S.
Differenza di latitudine . . .	=—	2. 51.54″N.
Latitudine arrivata	=	45. 06.06 S.
Somma delle due latitudini.	=	92. 54.06.
Medio Parallelo.	=	46. 27.03.
Longitudine part.	=	178. 49 O.
Differenza di longitudine . .	=+	2. 20 O.
Somma.	=	181. 09
Tolta da		360.
Longitudine arrivata.	=	178. 51 E

140

96.26

197

171,9

29.15

Si determini la differenza di latitudine

R : cos 29°. 15' : : 197 : dif. di lat. = 171,9
log cos: di 29° 15'. . . . . = 9. 9407
log di 197 . . . . = + 2. 294476
log di 171,9 . . . . = 2. 23523

Si cerchi l'allontanamento

R : sen 29°. 15' : : 197 : allontanamento . . . = 96°,26
log sen di 29°. 15'. . . . . = 9.68897
log di 197. . . . . = +2.29447
log di 96,26 . . . . = 1.98344

Si determini la diff. di longitudine

cos 46°.32',03":R::96,26:diff. di long. = 140
log di 96,26+R. . . . . = 11, 98345
log cos di 46°. 32'. 03" . . . . = — 9, 83740
log di 140 . . . . = 2, 14605

PROBLEMA SECONDO.

295. Data la latitudine, e la longitudine partita, il rombo navigato e la latitudine arrivata, determinare la distanza percorsa, e la longitudine di arrivo.

Esempio I.

Partitosi dalla latitudine 42°. 35'. N, e dalla longitudine 18°. 37' Est; si è navigato per SE¼ E sino alla latitudine 40°. 48' N. Si domanda la distanza percorsa, e la longitudine arrivata.

In corrispondenza del rombo navigato si descriva il triangolo nautico, e poi si dispongano gli elementi per la soluzione del problema come appresso.

Lat. part	=	42°.35'. N
Lat. arrivata.	= —	40. 48. N
Diff. di lat	=	1. 47. S
Somma delle lat.	=	83. 23.
Medio Parallel.	=	41. 41. 30"
Long. part.	=	28. 37. Est
Diff. di Long	= +	3. 34. 30 Est
Long. arrivata	=	32. 11. 30 Est.

56°.15'
107
192,6
160,1
214,5

Si determini la distanza

cos 56°. 15′ : R : : 107 : distanza = 192,6 Migl.
log di 107 . . . = 2 02938
log R . . . . . . = + 10 00000
Somma . . . . . = 12 02938
log cos 56°. 15. = — 9 74474
log di 192, 6 . . = 2 28464

Si cerchi l'allontanamento.
R : Tang 56°. 15′ : : 107 : allont. = 160. 1
log Tang 56. 15′. . . . . = 0.17511
log di 107. . . . . = + 2.02938
Somma . . . . = 12.20449
log R . . . . =— 10.00000
log di 160,1 . . . . = + 2.20449

Si trova; la differenza di longitudine

cos 41°. 41′ 30″ : R : : 160,1 : diff. di long = 3°. 34′. 30″
log 160 1 + log R. . . . . . . = 12.20449
log cos 41°. 41′. 30″ . . . . . = — 9.87300
log di 214, 5 . . . . = 2.33149 = 3°. 34′, 30′.

Esempio II.

Partitosi dalla latitudine 37°. 23′ S, e dalla longitudine 128°. 35′ Ovest, si è navigato per ONO, con una bussola che ha 18°. di variazione NE, sino a che si è arrivato nella latitudine 34°. 58′ S. Si domanda la distanza percorsa, e la longitudine arrivata.

Si esegue l'operazione come nel problema primo; cioè si corregge in prima la rotta apparente ONO della variazione, e si avrà la rotta corretta N. 49°. 30′ O, ed in corrispondenza di questo rombo si descrive il triangolo nautico

Lat. part. . . . . = 37°. 23′ S.
Lat. arrivata . . . . = — 34. 58 S.
Diff. di lat. . . . . = 2°. 25 N = 145′ *migl.*
Somma delle due lat. . . . = 72. 21.
Medio Parall. . . . . = 36. 10. 30″.
Long. part. . . . . = 128. 35. 0
Diff. di long. . . . . = + 3. 30. 24 0
Long. arrivata. . . . . . . = 132. 05. 24 0.

Si determini la distanza

cos 49.° 30′ : R :: 145 : distanza = 223,3

210,4

169, 8

223,3

145

49.° 30′

log 145 + R. . . = 12.16137
log cos 49.° 30′ = — 9.81254
log di 223,3 = 2.34883.

Si trovi l'allontanamento

R : Tang 49°. 30′ :: 145 : allont. = 169,8
Log tang 49.° 30′ . . . . . = 0.06850
Log di 145 . . . . = + 2.16137
Log di 169, 8 . . . . = 2.22987.

Si cerchi la differenza di long.

cos 36.° 10′, 30″ : R :: 169,8 : diff. di long. = 3°. 30′. 24″
Log di 169, 8. . . . . = 2.22987
Log R. . . . . = + 10.00000
Somma. . . . . = 12.22987
log cos di 36.° 10′, 30″ . . = — 9.90689
Log di 210,4 . . . . = 2.32298 = 3°.30′.24″

PROBLEMA TERZO.

296. Data la latitudine, e la longitudine partita, la latitudine arrivata, la distanza percorsa, ed il quadrante della rosa in cui si è fatta la rotta; determinare il rombo navigato e la longitudine arrivata.

Esempio. I.

Partitosi dalla latitudine 41°. 35′ N, e dalla longitudine 10° 38′. Est, si sono navigate miglia 185 nel terzo quadrante sino alla latitudine 39°. 48′ N. Si domanda il rombo navigato, e la longitudine arrivata.

Si dispongono gli elementi della soluzione del problema come sopra; e dopo determinato il rombo navigato si descrive in corrispondenza di esso il triangolo nautico

Lat partita. . . . . = 41°. 35′ N.
Lat arrivata. . . . = — 39. 48 N.
Diff. di lat . . . . = 1°.47 S = 107 *migl.*
Somma delle lat. = 81. 23
Med. Paral. . . . . = 40. 41. 30″
Long. part . . . . = 10. 38 Est.
Diff. di long . . . = — 3. 19 O
Long. arrivata . . = 7. 19 Est.

54°. 40′, 37″

183

107

150, 9

199

Si determini il rombo

185 : 107 :: R : cos del rombo = 54°. 40'. 73''.
log 107 + R . . . . . . = 12.02938
log di 185 . . . . = — 2.26717
log cos di 54°. 40'. 37'' = 9.76221

Si determini l' allontanamento

R : sen 54°. 40.'37'' :: 185 : allont. = 150, 9.
log sen 54°. 40'.37''. . . = 9.91164
log di 185 . . . . = +2.26717
log di 150, 9. . . . . . . = 2.17881

Si trovi la differenza di longitudine.

cos 40°. 41'. 30'' : R :: 150,9 : diff. di long. = 3°. 19'
log di 150,9 + R . . . . = 12.17869
log cos 40°,41', 30'' . . . = — 9.87980
log di 199 . . . . = 2.29889 = 3.° 19'.

Esempio II.

Partitosi dalla latitudine 50°. 37' N, e dalla long. 2°. 18' O, si sono percorse mig. 248 nel secondo quadrante, e si è arrivàto nella latitudine 48°. 37' N. Si domanda il rombo navigato, e la longitudine arrivata.

Si dispongono gli elementi della soluzione del problema come sopra, e dopo determinato il rombo navigato si descrive in corrispondenza il triangolo nautico.

Lat. partita . . . . . . =	50° 37' N.
Lat. arrivata . . . . . = —	48. 37 N.
Diff. di lat. . . . . . . =	2. 00 S
Somma delle latitudini =	99. 14
Med. Paral. . . . . . . =	49. 37
Long. partita . . . . . =	2. 18' O.
Diff. di long. . . . . . = —	5. 4 48'' E.
Long. arrivata . . . . =	2. 46. 48 E.

61°. 3'. 42''
120
248
217
304,8

Si determini il rombo.

248 : 120 :: R : cos del rombo. = 61°. 4'. 42''
log di 120 + R. . . . . . . = 12.07918
log di 248 . . . . = — 2.39445
log cos di 61°. 3'. 42'' . . = 9.68473.

Si determini l'allontanamento.

R : sen 61°. 3'. 42'' :: 248 : allont. = 217.

log sen di 61.° 3'.42". . . = 9.94208
log di 248 . . . . =+ 2.39445
log di 217 . . . . = 2.33653

Si determini la differenza di longitudine.
cos 44°. 37' : R::217 : diff. di long. = 304,8.
log 217+R . . . . = 12.33646
log cos di 44.° 37'. . . . . = — 9.85237
log di 304, 9 . . . . = 2. 48409 = 5°. 4'. 48".

PROBLEMA QUARTO.

297. Dati gli avanzamenti in differenza di latitudine, ed in allontanamento, la latitudine e la longitudine partita, determinare il rombo, e la distanza navigata, nonchè la latitudine, e la longitudine arrivata.

Esempio I.

Partitosi dalla latitudine 42°. 35' N, e dalla longitudine 18°. 37'O, si sono navigate miglia 118 in differenza di latitudine N, e miglia 149 in allontanamento Est. Si domanda il rombo, e la distanza navigata, nonchè la latitudine e la longitudine arrivata. Si descrive il triangolo nautico in corrispondenza de'due avanzamenti, e dalla specie di essi si rileva essersi navigato nel primo quadrante. Indi si passi alla soluzione del problema come appresso:

Lat. part.	=	42.° 35' N.
Diff. di lat.	= +	1. 58. N.
Lat. arrivata.	=	44. 33. N.
Somma delle lat	=	87. 08.
Medio Parall.	=	43. 34.
Long. partita	=	18. 37 O.
Diff. di long.	= —	3. 3 E.
Long. arrivata	=	15. 34 O.

183
149
118
190,1
51°. 37'. 23".

Si determini il rombo.
118 : 149::R; tang del rombo. = 51°. 37', 23"
log di 149+R. . . . . = 12.17319
log di 118. . . . . =— 1.07188
log tang 51°. 37'. 23". 10.10131
Si determina la distanza.
sen 51°. 37'. 23" : R::149 : distanza. = 190,1
log di 149+R . . . . = 12.18319
log sen di 51°. 37'. 23". . . . . = — 9.89419

log di 190. 1 . . . . = 2 27900

Si determini la diff. di longitudine

cos 43° 34':R::149:diff. di long. = 205, 6
log di 149+R . . . . . = 12. 17319
log cos di 43° 29'. . . . = — 9. 86008

log di 205, 6 . . . . . . = 2. 31311

N. B. Le miglia 305,6 per dissavvertenza sono state calcolate per 183.

Esempio II.

Partitosi dalla latitudine 38°. 47' N, e dalla longitudine 1°. 35'O si sono avanzate miglia 131 in differenza di latitudine N, e miglia 173 in allontanamento Est. Si domanda il rombo, e la distanza navigata, nonchè la latitudine, e la longitudine arrivata.

Latitudine part.	=	38°. 47' N.
Differenza di latit.	= +	2. 11 N.
Latitudine arrivata . . : . . .	=	40. 58. N.
Somma delle latitud.	=	79. 45.
Medio parallelo	=	39. 52. 30".
Longitudine part..	= —	1. 35. O.
Differenze di long.	=	3. 45. 24. E.
Long. arriv:	=	2. 10. 24 E.

Si determini il rombo

131:173::R : tang del rombo = N. 52° 52' E
log di 173 + R. . . . . . . = 12.23805
log di 131 . . . . = — 2.11727

log di 52°. 52'. . . . . = 10.12078

(225,4; 173; 131; 217; 52°.52')

Si determini la distanza

sen 52°. 52':R::173:distanza. . . = 217
log di 173 + R. . . . . = 12.23805
log sen di 52°. 52' . . . . =— 9.90159

log di 217. . . . . 2.33646

Si determini la differenza di longitudine

cos39°,52'30" : R::173 : diff.di long.= 3°.45'.24'
log di 173+R= . . . . = 12.23805
log cos di 39°. 52'.30", ... = — 9.88504

log di 225,4=3°. 45'. 24". . . . . = 2.35301

298. Si avverte che navigandosi per est o per ovest, su d' un parallelo, conosciuta che ne sarà la distanza percorsa, siccome questa vale lo stesso che l'allontanamento, così determinandosi con essa la differenza di longitudine, mediante la proporzione *coseno della latitudine del parallelo navigato sta al raggio come l'allontanamento* cioè la distanza percorsa, *sta alla differenza di longitudine avanzata*; e prese dalla parallela graduata le miglia della differenza di longitudine ottenuta, segnandole sulla carta ridotta dal punto di partenza verso est, o verso ovest, secondo il rombo navigato, si avrà nel termine di esse il punto d' arrivo sulla carta ridotta.

299. Volendosi poi determinare coll'aiuto del calcolo trigonometrico il rombo, e la distanza che da un luogo conduce ad un altro, conoscendosi la latitudine, e la longitudine di tali punti, si procederà come nell' esempio seguente.

Esempio.

Dovendosi partire dalla latitudine 36°. 57' S, e dalla longitudine 88°. 45' E, per andare nella latitudine 35°. 18' S, e nella longitudine 91°. 27' E. Si domanda il rombo, e la distanza da navigarsi.

Lat. di partenza. . . = 36'. 57' S.
Lat. di arrivo. . . . . = — 35. 18. S.

Diff. di latitud. . . . = 1. 39. N=99
Somma delle latitud. = 72. 15
Medio parallelo . . . = 36. 7.30"
Long. di part. . . . = — 88. 45 E.
Long. di arriv. . . . = 91. 27 E.

Diff. di long. . . . . = 2. 42 E.

Si determini l' allontanamento.

R : cos 36°. 7', 30", : : 162 : allont. = 130, 8
log cos di 36°. 7' 30" = 9. 90726
log di 162 . . . . . . = + 2. 20952

log di 130, 8 . . . . . = 2. 11678

Si determini il rombo

99 : 130,8 : : R : tang. del rombo. = N 52°. 55'. 21"E
log di 130,8+R. . . . . = 12. 11678
log di 99. . . . . = — 1. 99564

log. tang. 52°. 55' 21". = 10. 12114

Si determini la distanza

$$\cos 52°.\ 55'.\ 21'' : R :: 99 : \text{distanza} = 161.1$$

$$\begin{array}{ll} \log \text{ di } 99 + R \ldots\ldots\ldots = & 11.\ 99564 \\ \log \cos \text{ di } 52°.\ 53'.\ 21''. = - & 9.\ 78057 \\ \hline \log 161{,}1 \ldots\ldots\ldots\ldots = & 2.\ 21507 \end{array}$$

SEZIONE SETTIMA.

RISOLUZIONE DE' PROBLEMI DI NAVIGAZIONE COLLE LATITUDINI CRESCENTI, ED ANCHE COLLA TRIGONOMETRIA SFERICA.

300. Da' precedenti numeri (255 e seguenti) si rileva essersi considerata la differenza di longitudine come rappresentata dal cateto B'C' (fig. 20), mentre l'altro cateto AB' dinota la differenza in latitudini crescenti, e che per mezzo del rombo, e della differenza in latitudini crescenti, si ottiene una differenza di longitudine che ha una esattezza sufficiente; e per conseguirla in tal modo si veniva a procedere con un metodo più breve e più spedito, col di cui uso si può fare a meno di determinare l'allontanamento: ecco il perchè è sano consiglio ricorrere, come di sopra si è detto, in tutti i casi al metodo di determinare la differenza di longitudine per mezzo della differenza di latitudini crescenti; e nel solo caso di bisogno, come per la mancanza delle tavole dalle latitudini crescenti, debbasi ricorrere al medio parallelo. Gli esempî seguenti, serviranno di norma per tutti i casi possibili nella pratica.

PROBLEMA I.°

301. *Esempio* — Partitosi da un luogo posto nella latitudine 43°. 54' N, e nella longitudine 18°. 30 O, si sono navigate miglia 357, 8 pel rombo corretto S 53°. 28' O. Si domanda la latitudine, e la longitudine arrivata.

Lat. partita. = 43°. 54' N + lat. cresc. = 2938
Diff. di lat. = — 3. 33 S

Lat. arrivata = 40. 21 N + lat. cresc. = 2650

Dif. lat. cresc. = 288

Long. part . . . . = 18°. 30' O.
Diff. di long . . . = + 6. 28.42''. O.

Long. arrivata . . = 24. 58.42 O.

53°. 28'
357,8 — 213
150,9 — 288
388,7

Si determini la differenza di latitudine

R : cos 53°. 28′::357,8 : diff. di lat. = 213
log di 357, 8 . . . . = 2. 55364
log cos 53°. 28′. . . = + 9. 77473

log di 213 . . . . . . = 2. 32837

Si determini la differenza di longitudine

R : tang. 53°. 28′::288 : diff.di long. = 388, 7
log tang. 53°. 28′ . . . . . = 0.13026
log di 288 . . . . = + 2.45939

log di 388,7. . : . . . . . = 2. 58965

PROBLEMA II.

302. Partitosi da un punto posto nella latitudine 52°. 32′ e nella longitudine 113°.48′ovest, si è navigato per SE ¾ S col vento da SO¼ S, facendo 15° di deriva, con una bussola che ha 19°.30′ di variazione NE, sino alla latitudine 55°. 38′ S. Si domanda la distanza percorsa, e la longitudine arrivata.

Lat. partita. . . = — 52°.32′S.lat. cresc. 3717
Lat. arrivata . . = 55. 38′ S.lat. cresc. 4035

Diff. di lat . . . = 3. 06 S diff. in lat cresc. . 318
Long. partita. . = 113. 48 O
Diff. di long . . = — 2. 58.6″ E

Long. arriv . . = 110.49.54 O.

29°.15
186
213,2
318
178,1

Si determini la distanza

cos 29°. 15′ : R::186 : distanza = 213,2
log di 186+R. . . = 12. 26951
log di 29°. 16′. . . = — 9. 94076

log di 213.2. . . . = 2. 32875

Si determini la differenza di longitudine

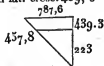
R : tang 29° 15′::318 : diff. di long. = 178,1.
log di 318 . . . . = 2.50243
log tang. di 29°. 15′ . . . . . = + 9.74821
log di 178. 1 . . . . = 2.25064

PROBLEMA III.

303. *Esempio* — Partitosi dalla latitudine 57°. 35' N, e dalla longitudine 18°. 41' ovest, si sono navigate miglia 457, 8 nel quarto quadrante sino alla latitudine 61°. 18 N. Si domanda il rombo navigato e la longitudine arrivata.

Lat. partita. . = — 57°. 35' N . . lat. cresc. 4247, 5
Lat. arrivata. = 61, 18. N . . lat. cresc. 4686, 8

Diff. di lat . . = 3, 43. N . . Diff. in lat. cresc. 439, 3
Long. partita. = 18, 41. . . O
Diff. di long. = + 13, 7, 36, O
Long. arrivata = 31, 48, 36, O

787,6 — 439.3 — 457,8 — 223

Si determini il rombo 60°.51'

457, 8 : 223 :: R : cos del rombo = 60°, 51'
log di 223+R . . . . = 12.34831
log di 457', 8 . . . . = 2.66068

log cos 60°. 51' . . . . = 9.68763

Si determini la diff. di long.
R: tang 60°.51' :: 439,3 : Diff. di long.. = 787.1
log tang. di 60°. 51' . . . . . = 0.25357
log di 439 3 . . . . =+ 2.64276

log di 787,6. . . . . = 2.89633

PROBLEMA IV.

304. *Esempio* — Partitosi da un luogo posto nella latitudine 48°. 57' N, e nella longitudine 178°. 49 est, si sono avanzate miglia 194 in differenza di latitudine sud, e miglia 357, 6 in allontanamento est. Si domanda il rombo, e la distanza navigata, nonchè la latitudine e la longitudine arrivata.

Lat. partita . . . = 48°. 57′ N lat. cresc. . . = 3377,5
Diff. di lat. . . . = — 3. 14. S

Lat. arrivata : . = 45. 43. N. lat. cresc. = — 3091,2

Diff. di lat. cresc . . . = 286, 3

Long. partita. = 178. 49 E
Diff. di long . = + 8. 47 42 E

Somma. . . . = 187. 36. 42
Tolta da. . . . = 360.

Long. arrivata. = 172. 23, 18 O

61°31′ 12″.
198 406,8
357,6
527,7

Si determini il rombo

194 : 357,6 : : R : tang. del rombo S 561°. 31′ 12″ E
log di 357,6+R. . . . . . . = 12. 54340
log di 194 . . . . = — 2. 28780

log tang. 61°, 31′, 12″, . . = 10. 25560

Si determini la distanza

sen 61°, 31′, 12″ : R : : 357, 6 : distanza = 406
log di 357,6+R . . . . . . = 12. 55340
log sen di 61°, 31′, 12″. . = — 9. 94398

log di 406,8. . . . . = 2. 60942

Si determini la differenza di longitudine

Poichè i due triangoli sono simili, essi hanno proporzionali i lati omologhi, e perciò 194 : 357, 6 : : 286, 3 : diff. di long. = 527,7

log di 357,6. . . . . . . = 2.55340
log di 286,3. . . . . . . = + 2.45682

Somma. . . . . = 5.01022
log di 194. . . . . = — 2.28780
log. 527,7 . . . . = 2.72242

305. Dovendosi da un luogo passare in un altro; e volendosi determinare il rombo, e la distanza da navigarsi, col fare entrare nel calcolo la differenza in latitudini crescenti, si procede come nell'esempio seguente.

Esempio.

Volendosi partire da un luogo posto nella latitudine 56°. 27' S, e nella longitudine 2°. 13' O, per andare in un luogo posto nella latitudine 58°. 21' S, e nella longitudine 3°. 49' E. Si domanda il rombo, e la distanza da navigarsi.

Lat. di partenza = — 53°. 27' S = lat. cresc. 3808.9
Lat. di arrivo = 58. 21 S = lat. cresc. 4333,9

Diff. di lat. . = 4. 54 S Diff. di lat. cresc. = 525,0
Long. di part. = 2. 13 O
Long. di arrivo = + 3. 49 E

Diff. di long. 6. 02 E = 302.

Si determini il rombo.

525 : 302 :: R : tang. del rombo = S 29°. 54'. 6" E
log di 302 + R . . . . = 12.48001
log di 525 . . . . = — 2.72016

log tang. 29°. 54'. 6" . . . 9.75985

Si determini la distanza

cos 29°. 54', 6" : R :: 294 : dist. = 336
log di 294 + R . . . . = 12.46835
log cos 29°. 54'. 6" . . . . = — 9.93706

log di 336. 1. . . . . 2.53029

306. Nel numero 245 si è avvertito che una rotta percorsa in piccola distanza, il triangolo nautico potea considerarsi come un triangolo rettilineo rettangolo, mentre in realtà lo è sferico. Quindi trattandosi d'una rotta per una distanza considerevole, il triangolo nautico debba risolversi come triangolo sferico rettangolo, potendosi senza errore sensibile prendere l'ipotenusa per un arco di cerchio massimo, mentre a tutto rigore è una porzione di linea loxodromica, ed il cateto esprimente l'allontanamento puossi considerare come un arco di cerchio massimo, mentre in realtà è la riunione degli archi de' paralleli interposti fra i meridiani intersegati dalla linea del rombo navigato. Per maggior chiarezza si ripropongono i problemi precedenti, e si risolvono colla trigonometria sferica.

PROBLEMA I.°

307. Esempio — Partitosi da un punto posto nella latitudine 51°. 37′ N, e nella longitudine 13°. 49′ E, si sono navigate miglia 1354 per NE $\frac{1}{4}$ E. Si domanda la latitudine, e la longitudine arrivata.

Distanza=1354=22°, 34′

Lat. partita. . . = 51°. 3′. N=lat. cresc. 3628.2
Diff. di lat . . . = + 13. N

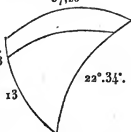
Lat. arrivata . = 64. 37 N lat. cresc.. 5124,8

Long. partita. . = 13. 49: E Dif.di lat.cr. 1496,6
Diff. di long . . =+ 37. 20. E

Long. arrivata . = 51. 09. E

37,20 22°.34′. 13 56 15′

Si determini la differenza di latitudine.
R : tang.22°.34′::cos56°.15′ : tang$x$.=13
log tang.22. 34 . . . . . . = 9.61865
log cos di 56. 15 . . . . . . = 9.74474

log tang. di 13°. . . . . . . = 9.36339

Si determini la differenza di longitudine
R : tang. 56°. 15′:: 1496,6 : diff. di long. =37°.20′
log tang. 59°. 15′ . . . . . . = 0.17511
log di 1496,6 . . . . = 3.35021

log di 2240. . . . . = 3.35021

PROBLEMA II.°

308. Partitosi da un luogo posto nella latitudine 36°. 57′S, e nella longitudine 43,° 58′ O si è navigato per SO $\frac{1}{4}$ S′. Si domanda la distanza percorsa, e la longitudine arrivata.

Lat. partita . . . =— 36°.37′ S =lat cresc. 2389,1
Lat. arrivata . . = 47. 88 S =lat cresc. 3244

Diff. di lat. . . . = 10. 31. S dif.in lat.cresc. 854.9
Long. partita . . = 43. 58. O
Diff. di long.. . =+ 9. 31.12 O

Long. arrivata.. = 53. 29 12 O.

Si determini la distanza

cos 33°. 45′ : R : : tang. 10°. 31′ : tang. x.
log tang. 10°. 31′+R . . . . . = 19.26867
log cos di 33. 45 . . . . = − 9.91985

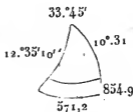
log tang. 12. 35. 13″ . . . . . = 9.34882

Si determini la differenza di longitudine

R : tang. 33°. 45′ : : 854,9 : diff. di long.
log tang. 33°. 45′. . . . . . = 9.82489
log di 854,9. . . . . =+ 2.93192

Somma. . . . . = 12.75681
log R . . . . =−10.00000

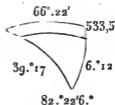
log di 571.2. . . . . = 2.75681

33.°45′
10°.31
12.°35′10″
854.9
571,2

309. Partitosi dalla latitudine 42°. 35′ N, e della longitudine 128°. 26′O, si sono percorse miglia 2357 nel 4° quadrante sino alla latitudine 48°. 47′ N. Si domanda il rombo navigato e la longitudine arrivata.

Lat. partita . . . . . = 42°.35′ N=lat. cresc. 2828
Lat. arrivata . . . . = 48. 47 N=lat. cresc. 3361,5

Diff. di lat. . . . . . = 6. 12 N=diff 533,5
Long. part.. . . . . = 128. 26 O
Diff. di long. . . . . = 66. 22 O

Somma . . . . = 194. 48

Tolta da. . . . . . . = 360.
Long. arrivata . . . = 165. 12 E.
Si determini il rombo.

66°.22′
533,5
39.°17
6.°12
82.°22′6.″

Tang. 39°. 17′ : tang. 6°. 12′ : : R : cos del rombo
log tang. 6°. 12′+R. . . . = 19. 03597
log tang. 39°. 17′ . . . . . = − 9. 91276

log cos 82°. 22′, 6″. . . . . = 9. 12321

Si determini la differenza di longitudine

R : tang. 82°. 22′. 6″: : 533,5 : diff. di long.

log tang.82°. 22, 6″. . . = o. 87293
log di 533,5 . . . . = +2. 72713

log di 3982. . . . . = 3. 60006

PROBLEMA QUARTO.

310. Partitosi dalla latitudine 39°.47′N, e dalla longitudine 176°. 28′ E, supposto essersi avanzate miglia 783 in differenza di latitudine N, e miglia 1234 in allontanamento E; si domanda il rombo, e la distanza navigata, come anche la latitudine e la longitudine arrivata.

Lat. partita . . . . = 49°.37′ N lat. cresc. 3438.5
Diff. di lat. . . . . =+13. 3 N

Lat. arrivata . . . = 62. 40 N lat. cresc. 4861

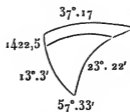
Diff. = ... 1422.5

Long. partita . . . = 176. 28 E
Diff. di long . . . =+37. 17 E

Somma. . . . . . . = 213. 45
Tolta da. 360

Long. arrivata . . = 146. 15 O.

37°.17
1422,5
23°. 22′
13°.3′
57°.33′

Si determini la differenza di long.

783 : 1234 :: 1422. 5 : diff. di Long.

Log. 1234. . . . . = 3. 09132
Log. 1422. 5 . . . . =+ 3. 15305

Somma = 6. 24437
Log. 783. . . . . =— 2. 89487

Log. 2237. 1. . . . . = 3. 61970

Si determini il rombo.

1422. 5 : 2237. 1 :: R : tang. del rombo.

Log. 2232. 1 + R . . . . = 13. 34970
Log. 1422. 5 . . . . =— 3. 15305

Log. tang. 57°. 33′. . . . . . . = 10. 19665

Si determini la distanza.

$$\text{Cos } 57^\circ.\ 33' : \text{R} :: \text{tang.}\,13^\circ.03' : \text{tang.}\,x = 23^\circ.\ 22'$$

Log. tang. 13°. 13′ + R . . . =		19. 36509
Log. cos 57°. 33 . . . . =	—	9. 72962
Log. tang. 23°. 22 . . . . =		9. 63547

311. Volendosi determinare la rotta, e la distanza che percorrer si deve da un punto in un altro, posto in molta distanza dal primo; si procede come nell'esempio seguente.

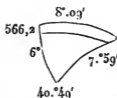
Esempio.

Dovendosi partire da un luogo posto nella latitudine 47°.26′N, e nella longitudine 2°.35′ ovest, per andare in un luogo situato nella latitudine 53°. 26′N, e nella longitudine 5°. 34′E. Si domanda il rombo, e la distanza da percorrersi.

Lat. di partenza. =		47°.26′ N =	lat. cresc.	3241
Lat. di arrivo . =	—	53. 26 N =	lat. cresc.	3807.2
Diff. di lat. . . . =		6. 00 Nord.	differenza	566.2

Long. di partenza =		2. 35 O
Long. di arrivo. =	+	5. 34 Est.
Diff. di long. . . =		8. 09 Est.

8°.09′ 566,2 6° 7.°59′ 40.°49′

Si determini il rombo

566,2 : 489 :: R : tang. del rombo

log di 489+R. . . . . =		12.68931
log di 566.2. . . . . =	—	2.75297
log tang. di 40°. 49′. . . . =		9.93634

Si cerchi la distanza

cos 40°. 49′ : R : : tang. 6°:tang. x =479 mig.

log tang. 6°+R. . . . . . . =	19.02162
log cos di 40°. 49. . . . . . =	9.87898
log tang. 7°. 59′ . . . . . . =	9.14264

SEZIONE VIII.

Del quadrante di riduzione, e della maniera di risolvere i problemi di navigazione coll'ajuto di tale istrumento.

§. I.

INTRODUZIONE.

312. Il quadrante di riduzione presenta un parallelogrammo rettangolare, come ABDC(fig.23), avente i lati AB, ed AC divisi in particelle eguali tra esse, dalle quali si vedono tirate da quelle di AC delle rette parallele ad AB, e da quelle di quest'ultimo lato vi si osservano segnate delle linee rette parallele al lato AC, di modo che si ha l'intero quadrante diviso in piccoli quadrati del numero, quanto il prodotto delle parti di AC, moltiplicato per quelle di AB, e ciascuno che abbia il lato eguale ad una delle parti eguali alle indicate divisioni di AC, e di AB.

313. Con centro A, e con intervallo la prima delle divisioni dei suddetti lati, e poi consecutivamente con intervallo aumentato sempre della susseguente divisione, vi si vedono descritti degli archi, i quali fino a quello che mette termine nel punto C, sono tutti archi di quadranti, ed hanno essi per tangenti tanto una delle rette parallele ad AB, quanto le corrispondenti di quelle segnate parallele a BC, dei quali l'arco GC osservasi diviso ne'suoi 90°, una volta da G verso C, ed un'altra da C verso G, ed al di là dell'intervallo di AC eguale ad AG; gli archi descritti come sopra vengono ad avere per tangenti le sole rimanenti rette parallele ad AC, e ciò fino all'intervallo AB, mentre i residuali archi successivamente descritti, fino all'intervallo quanto la diagonale AD, meno una delle parallele suddette, van diminuendo a misura che si accostano al punto D, di modo che tutti gli archi descritti sono concentrici, cioè paralleli; e sono essi uguali in distanza per quanto lo sono distanti tra esse le segnate parallele ad AC, e ad AB.

314. Dal punto A vertice dell'angolo retto BAC, partono sette rette AE, AF, AH, AK, AL, AM, ed AN facendo angoli uguali tra esse, e le estreme anche con i due lati AB, ed AC, di maniera che dividono l'angolo retto BAC in otto angoli uguali, ciascuno di 11°. 15'. Ecco il perchè il quadrante di riduzione suole assomigliarsi ad un quadrante della rosa dei venti della bussola, e considerarsi per quel quadrante di essa in dove trovasi il rombo navigato; così che AB si prenderà indifferentemente per Nord o Sud, ed AC per Est, o per Ovest, e quindi in corrispondenza le rette AE, AF, AH, AK, AL, AM, ed AN rappresenteranno i rombi obbliqui del quadrante navigato, e ciascun prenderà il nome del rombo che gli conviene.

315. Sul quadrante di riduzione le rette parallele ad AB sogliono denominarsi *linee meridiane*, e le rette parallele ad AC sogliono chiamarsi *linee parallele*; giova adottare queste voci per semplicità di discorso.

316. Dalla premessa descrizione si rileva che l' arco GC venendo adoprato a misurare la quantità angolare del rombo navigato, i gradi e minuti del rombo si debbono contare da G verso C, e se pel termine di tale quantità non vi passa una linea di rombo intero, in tal caso vi si distende uno de'due fili fermati nel vertice A, avente nell'estremità un ago. Ecco il perchè tale operazione suole esprimersi da' marini *distendersi il filo sul rombo di vento*.

317. Come pure è manifesto potersi coll' aiuto del quadrante di riduzione risolvere un triangolo nautico qualunque, e che per tale oggetto le parti del lato AB dinoteranno il valore del cateto della differenza di latitudine, quelle del lato AC disegneranno il valore del cateto dell' allontanamento, e gli spazj fra gli archi indicheranno il valore dell'ipotenusa cioè della distanza, e che in conseguenza è arbitrario il valore da fissarsi ad una delle parti di AB, di AC, o degli spazj fra gli archi; ma attribuitone uno, bisogna assegnare agli altri l' istesso valore, cosichè se le parti di AB si valutano per uno, due, o tre miglia ecc. l'una, anche ciascuna delle parti di AC, ed ognuno degli spazj fra gli archi debbonsi valutare per uno, due, o tre miglia l'uno; si avverte in fine di dare a tali spazj il minor valore possibile, onde poter a colpo d'occhio comodamente rilevare il valore delle frazioni di essi.

318. Dal che si ricava che volendosi determinare gli avanzamenti, in differenza di latitudine, ed in allontanamento, allorchè è noto si il rombo, che la distanza percorsa, si contano per archi sul quadrante di riduzione le miglia di distanza lungo la linea del rombo navigato, o lungo il filo disteso sul rombo, e nel punto ove esse terminano vi si ferma l'ago. Siccome la linea tra il punto A, e l'ago dinota l'ipotenusa del triangolo nautico, così le parallele fra il lato AC, e l'ago considerate dell'istesso valore dato agli archi, esprimeranno la corrispondente quantità in differenza di latitudine, e le linee meridiane fra il lato AB, e l'ago, valutate nell' istesso modo, contrassegneranno le miglia d' allontanamento.

319. Quindi sul quadrante di riduzione le miglia di distanza si contano per archi, quelle di differenza di latitudine per linee parallele, e quelle di allontanamento per linee meridiane.

320. Ed è chiaro altresì che essendo noti gli avanzamenti in differenza di latitudine, ed in allontanamento, e vuolsi determinare il rombo, e la distanza navigata per mezzo del quadrante di riduzione, debbesi procedere nel modo seguente.

Dal punto A lungo AB, si contano le miglia di differenza di latitudine per linee parallele, dando ad esse quel valore che meglio conviene, e dal punto in cui queste terminano si tiri nna linea retta parallela alle

parallele fino a che terminano le miglia d' allontanamento, contate per linee meridiane, e valutate come le parallele; e nel punto ove terminano le ultime vi si ferma l' ago. Tale operazione suole enunciarsi da'marini *quadrare gli avanzamenti*. Gli archi fra il punto A, e l' ago, valutati come le parallele suddette, daranno le miglia di distanza; ed il filo disteso per l' ago medesimo, segnerà nell' arco graduato la quantità angolare del rombo navigato, contandone i gradi e minuti da G verso C, come sopra si è detto.

321. Avendosi un allontanamento avanzato su d'un parallelo qualunque di latitudine, o pure che viene espresso dall'arco del medio parallelo intercetto fra i meridiani di partenza, o d' arrivo, e vuolsi determinare la corrispondente differenza di longitudine per mezzo del quadrante di riduzione, si operi come appresso.

Si distende il filo pel punto dell'arco graduato: indicante la latitudine del parallelo navigato, o la latitudine mezzana, contandone i gradi da C verso G. Indi dal punto A lungo AC si contano per linee meridiane le miglia di allontanamento, e dal punto ove queste terminano si tiri una linea retta parallela sino all'incontro del filo suddetto, ed in siffatto punto d'incontro vi si ferma l'ago. Gli spazii compresi dagli archi fra il punto A, e l'ago, attribuendoli l'istesso valore assegnato alle meridiane, dinoteranno le miglia in differenza di longitudine. Poichè con tale grafica operazione si viene ad avere un triangolo rettangolo, di cui un cateto esprime l'allontanamento, l'adiacente angolo acuto è quanto la latitudine del parallelo, o la latitudine mezzana, e l'ipotenusa esprime la differenza di longitudine; e così si viene a dare una costruzione geometrica all'analogia

$$\cos L : R :: m : M \quad (202)$$

322. Viceversa essendo note le miglia della differenza di longitudine, avanzata dal punto di partenza al punto d'arrivo, e conosciuta la latitudine del parallelo in cui si è navigato, nel caso che si è fatta rotta per est, o per ovest, o la latitudine mezzana nel caso che si è percorso un rombo obbliquo, si può ottenere l' allontanamento nel seguente modo. Si distende il filo per li gradi, e minuti del parallelo navigato, o della latitudine mezzana, contati come sopra da C verso G, e lungo il medesimo filo si contano per archi le miglia di differenza di longitudine, fermando l'ago nel punto ove queste terminano. Le meridiane fra il lato AB, e l'ago valutate come gli archi, dinoteranno le miglia d'allontanamento.

323. Sul quadrante di riduzione medesimo vi si vede segnata la scala delle latitudini crescenti, formata in modo che la parte di essa esprimente il primo grado di latitudine, sia quanto una delle particelle uguali di AB, o di AC, e le altre van successivamente aumentando nell'istesso rapporto che s' è stabilito per la formazione delle meridiane graduate nella carta ridotta (num.° 222, e seguenti).

324. È manifesto che volendosi determinare la differenza di longitudine avanzata in una navigazione fatta per rombo obbliquo, note che saranno le quantità esprimenti la latitudine partita, e la latitudine arrivata, nonchè il rombo navigato, si potrà ottenere la differenza di longitudine per mezzo delle latitudini crescenti, nel seguente modo.

Si applica un compasso con i suoi piedi su i punti della scala delle latitudini crescenti, indicanti le latitudini partita, ed arrivata, e poi si trasporta il compasso con la stessa apertura, applicandolo in tal modo con un piede nel punto A, e coll' altro sul lato AB. Dal termine dell'apertura del compasso in tal guisa applicata sul lato AB, si tiri una linea parallela alle parallele sino all'incontro del filo disteso sul rombo navigato, ove si ferma l'ago. Le meridiane interposte fra il lato AB, el' ago dinoteranno i gradi, e minuti della corrispondente differenza di longitudine che si cercava.

Il fondamento di questa grafica operazione si rinviene nella costruzione della scala, e di quella del quadrante.

§. 2.°

Del modo di risolvere i problemi di navigazione col quadrante.

PROBLEMA PRIMO.

Esempio I.

325. Partitosi dalla latitudine 38°. 54′ N, e dalla longitudine 18°. 26′ est; si sono navigate miglia 97 per NO $\frac{1}{4}$ O. Si domanda la latitudine, e la longitudine arrivata.

Latitudine partita.	=	38. 54′ N
Differenza di latitudine. .	=+	54 N
Latitudine arrivata	=	39. 48 N
Somma delle latitudini . .	=	78. 42
Medio parallelo.	=	39. 21
Longitudine partita. . . .	=	18. 26 E
Differenza di longitudine. .	=−	1. 45 O
Longitudine arrivata . . .	=	16. 41 E

105 — 81 — 97 — 54 — 56.°15

Sul quadrante di riduzione, lungo il rombo navigato NO $\frac{1}{4}$ O, si contano per archi le miglia 97 di distanza, valutando ogni spazio fra gli archi per due miglia, e così viene a formarsi l'ago dopo 48 $\frac{1}{2}$ dei

dinotati spazj: le parallele 27 interposte fra il lato AC, e l'ago valutate pure per due miglia ognuna, danno la differenza di latitudine in miglia 54 nord; e gli spazj 40 ½ per linee meridiane, comprese fra il lato AB, e l'ago, valutati pure per due miglia l'uno, disegnano le miglia 81 di allontanamento ovest. Indi si aggiunge la differenza di latitudine alla latitudine partita, per aversi la latitudine arrivata 39°.48′ N, e presa la semisomma delle due latitudini partita, ed arrivata, si avrà la latitudine mezzana di 39°.21′: fatto ciò si contano quest'ultimi gradi, e minuti da C verso G, e pel punto ove terminano vi si distende il filo; quindi dal punto A per linee meridiane, valutate per due miglia l'una, si contano le miglia 81 di allontanamento, e dal punto di AC ove esse terminano s'innalzi una perpendicolare fino all'incontro del filo, ove si ferma l'ago: gli archi fra il punto A, e l'ago, valutando gli spazj fra essi anche per due miglia l'uno, esprimono la differenza di longitudiue in miglia 104,9 ovest, le quali in gradi pareggiano 1.° 45′ ovest, non avendosi conto del decimo di meno, i quali tolti dalla longitudine partita, daranno la longitudine arrivata di 16°. 41′ est.

Le due operazioni praticate sul quadrante di riduzione si potrebbero eseguire con maggior brevità nel seguente modo: si contano le miglia di distanza lungo il rombo navigato, e nel termine di esse vi si ferma l'ago, onde aversi come sopra gli avanzamenti in differenza di latitudine; ed in allontanamento, indi si distende il filo sulla latitudine mezzana, e dall'ago fermato sul rombo si tiri una linea parallela alle meridiane sino all'incontro dell'ultimo filo, cioè di quello della latitudine mezzana, ed in tale incontro si ferma l'altro ago: dagli archi fra il punto A, ed il secondo ago si avranno le miglia in differenza di longitudine. Volendosi determinare la differenza di longitudine coll'uso della scala delle latitudini crescenti segnata sul quadrante di riduzione, si procede come si è detto nel (n.° 324), cioè si applicano i piedi d'un compasso sulla suddetta scala, uno sul punto disegnante la latitudine partita 38°.54′ nord, e l'altro sul punto dinotante la latitudine arrivata 39°. 48′ nord; ed il compasso così aperto si applica poi con una punta che cade su di A, e coll'altra che incide lungo AB: dall'ultimo marcato punto si tiri una parallela alle parallele sino all'incontro del rombo navigato NO ¼ O, ove si ferma l'ago; dagli spazî compresi fra le meridiane contenute dal lato AB, e dall'ago, valutati ognuno per un grado, danno la differenza di longitudine di 1°. 45′ ovest.

Esempio II.

Partitosi dalla latitudine 31°. 36 N, e dalla longitudine 2°. 27′ ovest, si sono navigate miglia 257, 8 per NE ¼ E, col vento da SE ¼ E facendo 10° di deriva, e con una bussola che ha 15° di variazione NO. Si domanda la latitudine, e la longitudine arrivata.

Latitudine partita.	=	51°.35′ N
Differenza di latitudine	=+	3. 39 N
Latitudine arrivata . . .	=	55. 14. N
Somma delle latitudini. .		106. 49
Medio parallelo	=	53. 24 30″
Longitudine partita . . .	=−	2. 27 O
Differenza di longitudine .	=	3. 42 E
Longitudine arrivata . .	=	1. 15 E

222
133,4
219
257,8
31.° 15′

Si distende il filo pel punto dell'arco GC indicante il rombo corretto 31°. 15′ contati da G verso C, lungo il filo si contano per archi le miglia 257, 8 di distanza, e nel termine di esse vi si ferma l'ago. Le parallele fra il lato AC e l'ago, valutate come gli archi, danno la differenza di latitudine in miglia 219=3°.39′ nord; e le meridiane valutate pure come gli archi, esprimono l'allontanamento in miglia 133, 4. Indi si distenda l'altro filo sulla latitudine mezzana 53°. 24′, contati da C verso G, e poi dall'ago suddetto si tiri una parallela alle meridiane sino all'incontro dell' ultimo filo, ed in tale punto si fermi l'ago: gli archi tra tale ago ed il punto A, disegnano la differenza di longitudine in miglia ·222=3°. 42′E.

PROBLEMA SECONDO.

Esempio I.

Partitosi dalla latitudine 40°. 35′ sud, e dalla longitudine 87°. 48 est, si è navigato per OSO sino alla latitudine 41°. 35′sud. Si domanda la distanza percorsa, e la longitudine arrivata.

Latitudine partita.	=	− 40°.35′ S
Latitudine arrivata. . . .	=	41. 35 S
Differenza di latitudine. .	=	1. 00 S
Somma delle latitudini . .	=	82. 10
Medio parallelo	=	31. 05
Longitudine partita . . .	=	87. 48 E
Differenza di longitudine .	=	3. 11 O
Longitudine arrivata . . .	=	84, 37 E

67.° 30′
156
60
144,8
190,8

Si determini la differenza di latitudine per mezzo delle due date latitudini partita, ed arrivata; e si ottiene essere di un grado, cioè di miglia 60, le quali si contan dal punto A in differenza di latitudine per linee parallele, valutando gli spazî compresi fra esse per miglia quattro

ognuno; e dal termine si tiri una parallela alle parallele fino all' incontro del rombo navigato OSO, ove si ferma l'ago. Gli archi contenuti fra il punto A e l' ago, valutati pure a quattro miglia l'uno, disegneranno la distanza in miglia 156, e le meridiane interposte fra il lato AB, e l'ago medesimo, valutate pure a miglia 4 l'una esprimono l'allontanamento in miglia 144, 9. In fine si distenda il filo sulla latitudine mezzana 41°. 5', contati da C verso G, e dall'ago suddetto si tiri una parallela alle meridiane,sino all'incontro dello ultimo filo,ove si ferma l'altro ago: gli archi fra il punto A, e l'ultimo ago, numerati benanche per 4 miglia l'uno, danno la differenza di longitudine in miglia 190, 8= 3°. 11' ovest.

Esempio II.

Partitosi da un luogo posto nella latitudine 49°. 35' nord; e nella longitudine 3°. 27'ovest, si è navigato per NO $\frac{1}{4}$ O col vento da SO $\frac{1}{4}$ O facendo 15° di deriva, sino a che si è arrivato nella latitudine 52°.58' nord. Si domanda la distanza percorsa, e la longitudine arrivata.

Latitudine partita.	=49°. 35' N.
Latitudine arrivata	=51. 38 N.
Differenza di latitudine . .	= 2. 03 N.
Somma delle latitudini . .	=101. 13
Medio parallelo.	= 50. 32 30
Longitudine partita. . . .	= 3. 27 O
Differenza di longitudine .	= 3. 18 O
Longitudine arrivata. . . .	6, 45 O

198
126,2
190
123
41°.15'

Si distende il filo pel rombo corretto N 41°. 15' O, e per linee parallele si contano come nell'esempio precedente le miglia di differenza di latitudine fino all'incontro del filo disteso; ed ivi si ferma l'ago. Gli archi segnati dall'ago, numerati dal punto A, esprimono la distanza in miglia 190; e dalle meridiane segnate dall' ago medesimo si avrà l' allontanamento in miglia 126, 2. In fine disteso il filo sulla latitudine mezzana, e tirata la parallela alle meridiane dall' ago suddetto sino all'incontro dell'ultimo filo, si avranno in questo ultimo punto contrassegnati gli archi esprimenti la differenza di longitudine 198, 3 = 18' ovest.

PROBLEMA TERZO.

Esempio I.

327. Partitosi da un luogo posto nella latitudine 37°. 26' nord, e nella longitudine 178°. 58' ovest, si sono navigate miglia 213, 8 nel

terzo quadrante, sino alla latitudine 35°. 57′N. Si domanda il rombo navigato, e la longitudine arrivata.

Latitudine partita	=	37° 26′ N
Latitudine arrivata. . . .	=	35. 57 N
Differenza di latitudine. .	=	1. 29S
Somma delle latitudini. .	=	73. 23
Medio parallelo	=	36. 21 30
Longitudine partita . . .	=	178. 58
Differenza di longitudine.	=	4, 00′ O
Somma	=—	182, 58
Tolta da.	=	360,
Longitudine arrivata. . .	=	177, 02 E

65°. 30′
213,8 89
193
240

Dal punto A lungo il lato AC si contano per archi le miglia 213, 8 di distanza, e l'arco in cui terminano si fà percorrere da un ago, passando da parallela a parallela, che si valutano come gli archi esprimenti la distanza, sino a che si numerano le miglia 89 di differenza di latitudine; e nel punto ove le ultime indicate miglia terminano vi si ferma l'ago. Il filo disteso per tale ago disegna il rombo navigato S 65°. 30′ O, e le meridiane fra il lato AB e l'ago medesimo, valutate pure come gli archi suddetti, dinotano l'allontanamento in miglia 193. In fine si distende il filo sulla latitudine mezzana di 36°. 41′ contati da C verso G, e dall' ago di sopra disegnato, si tiri una linea parallela alle meridiane sino all' incontro dell' ultimo filo, ove si ferma il secondo ago: gli archi fra il punto A, e l' ultimo ago, attribuendo ad essi lo stesso valore dato agli archi della distanza, esprimono la differenza di longitudine in miglia 240= 4.°

Esempio II.

Partitosi dalla latitudine 56°. 15′ S. e dalla longitudine 12°. 13′ E si sono navigate miglia 185 nel 2.° quadrante sino alla latitudine 57°56′S. Si domanda il rombo navigato, e la longitudine arrivata.

Lat. partita	= —	56. 15. S
Lat. arrivata	=	57. 56. S
Diff. di latitudine. . . .	=	1. 41. S
Somma delle lat.	=	114. 11.
Medio parallelo	=	57. 5. 30″
Long. partita	=	12. 13. E
Diff. di long.	= +	4. 46. 18.E
Long. arrivata	= . .	16· 59. 18.E

Si procede come nell' esempio primo, e si otterrà che il rombo navigato è S 57°. 40′ E l' allontanamento è di miglia 185,3 e la differenza di longitudine di miglia 286,3 = 4°. 06′. 18″

PROBLEMA QUARTO.

Esempio.

338. Partitosi da un luogo posto nella latitudine 41°.36′ N e nella longitudine 2°. 13′ E si sono avanzate miglia 199 in differenze di latitudine nord, e miglia 228 di allontanamento ovest. Si domanda il rombo navigato e la distanza percorsa, nonchè la latitudine, e la longitudine arrivata.

Latitudine partita	=	41°.36′ N
Differenza di latitudine. . .	=+	3. 15 N
Latitudine arrivata.	=	44. 51 N
Somma delle latitudini. . .	=	86. 27
Medio parallelo	=	43. 13 30″
Longitudine partita	=	2. 13 E
Differenza di longitudine. .	=—	5. 12 O
Longitudine arrivata. . . .	=	2. 59 O

312 · 228 · 299 · 195 · 49.° 30′

Dal punto A per linee parallele si contano le miglia 195 in differenza di latitudine; dal punto ove queste terminano si contano per linee meridiane le miglia 228 di allontanamento, tirando una linea parallela alle parallele (320); e nel punto ove terminano le ultime miglia vi si ferma l'ago. Il filo disteso per tale ago dinota il rombo navigato N 49°. 30′ O, e gli archi fra il punto A, e l' ago medesimo valutati come le parallele danno la distanza percorsa in miglia 299. In fine si distende il filo sulla latitudine mezzana di 43°. 13′ contata da C verso G, e dall'ago suddetto si tira una parallela alle meridiane, sino all'incontro dell'ultimo filo, ove si ferma l'altro ago; gli archi contati da A fino all'ultimo ago, dando ad essi il valore attribuito alle parallele, esprimono la differenza di longitudine in miglia 312 = 5°. 12′ O.

329. Volendosi adoprare il quadrante di riduzione per determinare il rombo, e la distanza che percorrer si deve per andare da un luogo, in un'altro, de'quali si conoscono le latitudini, e le longitudini che i medesimi hanno, si procede come appresso.

Dovendosi partire da un luogo posto nella latitudine 41°. 35; N, e nella longitudine 13°. 26′. E per andare in un altro luogo situato nella latitudine 37°. 48′ N, e nella longitudine 16°. 25′ est; si domanda il rombo, e la distanza da navigarsi.

Latitudine di partenza	=	41°.35′N
Latitudine di arrivo	=—	37. 48 N
Differenza di latitudine	=	3. 47 S
Somma delle latitudini	=	79° 23′
Medio parallelo	=	39. 41 30″
Longitudine di partenza	=—	13. 26 E
Longitudine di arrivo	=	16. 25 E
Differenza di longitudine	=	2. 59 E

Si distende il filo sulla latitudine mezzana di 39°.41′.30″ e contando per archi lungo il filo le miglia 179 di differenza di longitudine, si ferma l'ago nel termine di esse: le meridiane fra il lato AB e l'ago, valutate come gli archi, danno l'allontanamento in miglia 139. In fine per mezzo de'due avanzamenti in differenza di latitudine di miglia 227 a sud, ed in allontanamento di miglia 139 est, operando come nel precedente problema quarto, si conoscerà doversi navigare per S 31°. 30′ est, e di doversi percorrere miglia 265: e volendosi far uso della scala delle latitudini crescenti, si procede nel seguente modo. Si applica un compasso in modo che i suoi piedi cadono su i punti della scala, indicanti le due latitudini di partenza e d'arrivo, si trasporta tale compasso con l' apertura istessa sul lato AB, ed in modo che un piede cada sul punto A. Dal termine segnato da siffatta apertura si tira una parallela alle parallele fino a che si contano i 2°.59′ in differenza di longitudine per spazi fra le meridiane, valutando ciascuno di essi per un grado, e nel punto ove terminano vi si ferma l' ago. Il filo disteso per tale ago contrassegnerà i gradi, e minuti del rombo da navigarsi contati da C verso G, che nella specie è S 31° E. Indi con le miglia 227 in differenza di latitudine, e col rombo determinato sud 31° est si avrà coll'operazione indicata nel problema secondo, la distanza da navigarsi.

SEZIONE IX.

DELLA RIDUZIONE DI PIÙ ROTTE IN UNA SOLA.

330. La nave che naviga con l'uso delle vele, movendosi per effetto della forza del vento, e ciò a prescindere dall'influenza che le correnti hanno sul movimento della medesima, non può navigare una direzione opposta a quella del vento; ed avendosi in proposito di giungere ad un luogo posto pel rombo da dove il vento istesso spira, debbesi manovrare in modo da non allontanarsi al maggior possibile dalla direzione, che al luogo di destinazione conduce. Quindi è che si naviga all'orza quanto leva dal lato che la convenienza ed una corrispondente prudenza consigliano,

facendo rotta per un numero di miglia a destra della direzione del vento; e poi per un altro numero di miglia a sinistra dello stesso vento. Tale navigazione suole dirsi dai marini *navigazione composta*, o *Bordeggio*.

331. Nelle navigazioni composte si dovrebbe in ogni rotta, volgarmente detta *Bordata*, determinare il punto d'arrivo nel termine di ciascuna di esse. Siffatta operazione sarebbe oltremodo laboriosa, ed anche di poco vantaggio, poichè ordinariamente si tratta di rotte diverse in piccole distanze. Ecco il perchè si è adottato l'uso di ridurre le differenti rotte fatte nel bordeggio in una sola, che si sarebbe percorsa per andare in linea retta dal punto di partenza al punto d'arrivo; e la pratica adoprata ha preso il nome di *Riduzione di più rotte in una*.

332. A ben intendere il procedimento da tenersi per la riduzione di più rotte in una, guardisi la fig. 22., nella quale la linea NS dinota il meridiano di partenza, A il punto da dove ha principio il bordeggio, AC la prima rotta eseguita, di cui C ne indica il termine, dal quale si è fatta rotta per CD, indi giunto nel punto D, si è navigato per DE, dopo arrivato in E si è percorso il rombo EF; dal punto F si è fatta corsa per FG; arrivato in G si è navigato per GH, in fine giunto in H si è fatta rotta per HB, colla quale si è arrivato nel punto B.

Dalla ispezione di tale figura, si rileva facilmente che nelle diverse rotte navigate, le rette Am, Dn, Eo, Ep, Fq, ed Hs, indicano i diversi rispettivi avanzamenti in differenza di latitudine, de' quali quelli disegnati da Am, Dn, Eo, ed Hs, si sono fatti tutti a nord, e gli altri espressi da Ep, Gr, si sono fatti a sud; mentre le rette Cm, Cn, Do, Fp, Gq, Hr, Bs disegnano gli allontanamenti, de' quali Cm, Do, Hr, si sono avanzati ad ovest, e gli altri Cn, Fp, Gq e Bs si son fatti ad est. Ed inoltre che togliendosi la somma degli avanzamenti a sud, dalla maggior somma degli avanzamenti a nord, si ottiene Au per residuo che esprime la differenza di latitudine del punto B per rapporto al punto A; come pure sottraendo dalla maggior somma degli avanzamenti fatti ad est, la minor somma di quelli avanzamenti ad ovest, si ha per residuo Bu che dinota l'allontanamento di B relativamente ad A, e che il primo è della specie nord, ed il secondo della specie est. Laonde ottenuti i due avanzamenti Au, e Bu, si potranno facilmente determinare il rombo BAu, e la distanza AB, che si sarebbero percorse partendo dal punto A, navigando in linea retta per giungere al punto B.

333. Laonde risulta chiara la intelligenza della riduzione di più rette in una che si esegue come appresso.

Primo. Si disegna un prospetto in colonne con le corrispondenti categorie, portanti la prima di esse le distanze, la seconda le rotte apparenti, la terza i venti, la quarta la deriva, la quinta la variazione, la sesta le rotte corrette, e la settima gli avanzamenti; mentre l'ultima è suddivisa in quattro piccole colonne, destinate a distinguere gli avanzamenti, nord, sud, est, ed ovest.

Secondo. Si notino gli elementi di ciascuna rotta nelle rispettive

colonne a cui appartengono, e si dispongono in una medesima linea orizzontale, fatto ciò si correggono le rotte apparenti della deriva, e della variazione, e se ne notano i risultamenti nella colonna delle rotte corrette, e nella linea orizzontale che le riguardano.

Terzo. Co' rombi corretti, e colle distanze rispettive si determinano gli avanzamenti in differenza di latitudine, ed in allontanamento, che si notano nelle rispettive colonne alle quali appartengono, e nelle linee orizzontali che ai medesimi riguardano.

Quarto. Si sommano gli avanzamenti della stessa specie, segnandone i risultamenti nelle rispettive colonne, e dalla maggior somma in differenza di latitudine, se ne sottrae la minor somma in differenza di latitudine di specie opposta; come dalla maggior somma in allontanamento se ne toglie la minor somma, di specie opposta, e si avrà dal primo residuo la differenza di latitudine fra il punto di partenza ed il punto d'arrivo, mentre dall'ultimo residuo si ottiene l'allontanamento del punto d'arrivo medesimo per rapporto al punto di partenza.

Quinto. In fine co' due avanzamenti ultimi si determina il rombo, e la distanza (328); e saranno questi il rombo, e la distanza che si sarebbero navigate per andare in linea retta dal punto di partenza, al punto d'arrivo.

Le operazioni indicate vengono meglio rischiarate dall'esempio seguente.

333. Si avverte in fine che per rendere più espedita la risoluzione del problema in esame, suole adoprarsi in preferenza il quadrante di riduzione, e da tale uso questo istrumento riconosce il nome che lo distingue.

Esempio.

334. Partitosi da un luogo posto nella latitudine 49°. 36′ N, e nella longitudine 18°. 40′ O, si sono navigate le seguenti rotte, con le loro rispettive distanze derive e variazioni. Si domanda il rombo, e la distanza che in linea rêtta si sarebbero percorse per giungere al punto d'arrivo; nonchè la latitudine e la longitudine arrivata.

Distanza	Rotte Apparenti	Venti	Deriva	Variazione	Rotte Corrette	Avanzamenti			
						N	S	E	O
				NO					
18	NO¼N	NE¼N	14°	19°	N.66°.45′.O	7.4	»	»	16.5
24	N¼NO	O¼NO	15	»	S.67.°15′.O	»	9.4	»	22.2
27	SO¼O	S¼SE	16	»	S.53°.15′.O	»	16.1	»	21.7
15	SSO	O.	15	»	S.11°.30′.E	»	14.7	3.1	»
17	Nord	ONO	13	»	N.6°.O	16.7	»	»	1.9
41	OSO	Sud	24	»	S.72°.30′.O	»	12.4	»	39.1
31	SO¼O	NO¼O	14	»	S.23°.15′.O	»	27.7	»	12.
						24.1	80.3	3.1	113.4
							24.1		3.1
							56.2		110.3

Latitud. part. . . = 49°. 35′ N
Diff. di lat. . . . = 56′ S
Lat. arriv . . . . =— 48°. 39′ N
Som. delle due lat. = 98°. 14′
Medio parallelo . = 49°. 07
Long. Part. . . . = 18°. 40′ O
Diff. di long . . . =— 2°. 49′ O
Long. arriv . . . = 21°. 29′ O

63°.15′
123
56,2
110,2
169

Si correggono le rotte apparenti della deriva, e della variazione. Indi si determinano gli avanzamenti fatti per li rombi corretti, e nelle rispettive distanze, da'quali avanzamenti segnati nelle colonne a cui appartengono e poi sommati, si ottiene, che nella proposta navigazione composta si sono avanzate miglia 24, 1 a nord, miglia 80, 3 a sud, miglia 3, 1 ad est, e miglia 113, 4 ad ovest. Sottratte le somme minori dalle corrispondenti somme maggiori de' segnati avanzamenti, si avrà che si sono avanzate miglia 56, 2 in differenza di latitudine sud, e miglia 110, 3 in allontanamento ovest; mediante questi ultimi si ottiene il

rombo S. 63°. 15′ O, e la distanza di miglia 123, che si sarebbero percorse in linea retta per andare dal punto di partenza al punto di arrivo. In fine dopo notati gli ultimi elementi ottenuti nel triangolo corrispondente, si determina la differenza di longitudine in miglia 169=2°. 49′, la quale aggiunta alla longitudine di partenza darà la longitudine di arrivo di 21°. 29′ O.

335. Si avverte che navigandosi con corrente, la di cui direzione fa angolo con quella che siegue la nave, dopo corretto il rombo della deriva, e della variazione, bisogna fare l'altra correzione sì al rombo ottenuto, che alla distanza misurata col Loch degli effetti della corrente, in conformità della regola esposta nel n.° 190; fatto ciò si determinano gli avanzamenti, e si compie la soluzione del problema come nel n.° precedente.

PARTE III.

DELL'ASTRONOMIA NAUTICA

CAPITOLO I.

Introduzione.

336. Da quanto si è detto in ordine al modo di conoscere il rombo e la distanza percorsa dalla nave, si rileva che questi due elementi di somma importanza pel pilotaggio, non si possono ottenere con esattezza per mezzo della bussola e del loch; e si conchiude in conseguenza che il punto di arrivo che si determina sulla carta idrografica per mezzo del rombo e della distanza, o mediante altri elementi che da essi derivano, non ha quella sufficiente approssimazione all'esattezza, da render tranquillo l'animo del navigatore sulla certezza dello stesso.

337. Se il rombo, e la distanza navigata potrebbero essere esattamente misurati, non bisognerebbero al nocchiero altre cognizioni, che quelle riguardanti gl'istrumenti destinati a fargli conseguire la determinazione di siffatti elementi.

338. Per quanto più si riflette sulla costruzione, ed uso della bussola e del loch, non che sulle forze che dan movimento alla nave ed alla barchetta del loch, sempre più si conchiude che non ostante qualunque diligenza possa impiegarsi, riesce quasi impossibile il misurarsi con precisione il rombo, e la distanza percorsa.

339. Pur nondimeno ogni cura, ed ogni accorgimento debbonsi adoprare, onde rendere minore, per quanto più si può l'errore nella determinazione del rombo e della distanza; ma piccioli che fossero gli errori inevitabili nel risultamento che si ottiene da' mezzi che si praticano per la conoscenza di tali elementi, cumulandosi nel corso della navigazione, darebbero tuttavia nell'approssimarsi il termine del viaggio marittimo un prodotto considerevolmente falso; e quindi forse fatale alla spedizione.

340. Laonde si può ben dire essere il punto stimato inesatto, o almeno incerto e dubbio.

341. Il navigatore in largo mare non vede che il fluido su di cui galleggia il suo naviglio, e gli astri che si ritrovano nell'emisfero visibile. E siccome le considerazioni sul globo terrestre, non possono somministrargli altri mezzi per determinare il sito della nave, che quelli esposti nella precedente seconda parte, così è costretto rivolgersi alla volta del cielo, e là dirigere le sue ricerche per ottenere dal moto degli astri delle regole per fargli conseguire con sufficiente esattezza e precisione, gli elementi idonei a determinare il sito della nave.

342. L'*astronomia* è la scienza che tratta delle leggi, alle quali stan soggetti gli astri nella maniera di esistere, e nei movimenti che i medesimi hanno nello spazio. Questa scienza, ch'è il più nobile e grandioso ramo delle matematiche applicate, diventò nella mente sublime di Newton un importante problema di meccanica; e perciò dal sommo marchese di *de la Place*, l'opera oltremodo pregevole, che tratta tale scienza, fu intitolata *meccanica celeste*.

343. L'astronomia fin da Keplero venne distinta in tre parti: La prima venne chiamata *astronomia sferica*, che è quella che tratta della spiegazione de'fenomeni celesti, nella ipotesi che la terra sia nel centro dell'universo, nella di cui ideale superficie si suppongono gli astri situati. La seconda ebbe nome di *astronomia teorica*, ch'è quella ove si espongono i differenti rapporti de'corpi celesti fra loro, la posizione relativa de'medesimi, la lontananza fra essi, e di ciascuno dalla terra, non che la forma dell'universo; e la terza venne detta *astronomia fisica*, il di cui oggetto è il determinare le cause de'moti celesti mediante i principî di meccanica.

344. Diverse scienze come la geografia matematica, il pilotaggio, la gnomenica, e l'ottica, non che altre scienze fisiche, riconoscono la loro origine dall'astronomia, per essere state le medesime dedotte dai principî su i quali essa riposa.

345. L'applicazione generale delle teorie dell'astronomia, alle osservazioni, alla fabbricazione degl'istrumenti, ed al calcolo per ottenere elementi, che giovano alla buona e regolare navigazione, costituiscono l'*astronomia nautica*.

346. Nella prima parte di questi elementi si sono esposte le nozioni preliminari dell'astronomia nautica, avendo avuto sempre di mira gli usi che far se ne debbono da'marini, scansando l'apparato pomposo delle teorie che occuperebbero miglior posto in un'opera di pura astronomia; ne'capitoli seguenti saran prima trattate le quistioni e teoriche sufficienti a stabilire metodi di calcolazione, diretti a determinare gli elementi più importanti per giungere allo scopo della scienza del pilotaggio; e dopo saranno esposte le regole e le applicazioni di tali teoriche agli usi del navigatore.

CAPITOLO II.

Dei mezzi per ottenere gli elementi necessari a risolvere i problemi dell' astronomia nautica.

SEZIONE I.

Del tempo, e della maniera di misurarlo.

347. Il tempo, si può dire essere l'impressione che lascia nella nostra mente una serie di avvenimenti, de'quali siamo certi che la esistenza è stata successiva.

348. Per formarsi un'idea perfetta del modo di essere d'un fatto, o d'un fenomeno qualunque, bisogna conoscere fra l'altro le giuste relazioni che l'avvenimento in esame ha sì con quelli che gli sono susseguenti, che con quelli che lo han preceduto; cioè debbesi avere distinta conoscenza del luogo, che il fatto in proposito occupa nella serie degli avvenimenti, de' quali l'uno succede all'altro. Questa distinzione è ciò che dicesi *misura del tempo*.

349. La misura del tempo è stata sempre considerata per uno dei principali bisogni degli uomini organizzati in società, i quali non si han formata altrimenti l'idea della successione degl'istanti, che per mezzo di un corpo che passa da un luogo in un altro, cioè per mezzo del corpo in moto, in tal guisa che le divisioni del tempo sono state sempre marcate da quelle dello spazio percorso, purchè il moto si effettua serbando la legge della continuità da non arrestarsi giammai, e che uniformemente si avanza in tutti gl'intervalli che percorre.

350. Il solo movimento che abbia una durata senza limiti, almeno che non sono noti, che abbia una uniformità costante, e facilmente osservabile, si è quello della rotazione della terra sul proprio asse, o che val lo stesso quello del moto apparente giornaliero di tutti gli astri. Ecco il perchè a questo movimento si è ricorso fin oggi per acquistare un'idea giusta del moto proprio che hanno i pianeti nel sistema del nostro sole, i quali per la obbliquità delle di loro orbite col piano dell'equatore, presentano una difformità nel movimento giornaliero, che sarà marcata ove il luogo il richiede.

351. Quindi lo scorrere di un punto dell'equatore intorno alla terra ha servito di misura del tempo; e contato siffatto movimento dal semimeridiano superiore, ne è risultato che l'angolo contenuto da tale semimeridiano, e dal semicerchio di declinazione che passa pel centro di un astro, possa parimenti essere la misura del tempo.

352. Dicesi *angolo orario* l'angolo formato nel polo del mondo, dal semimeridiano superiore, e dal semicerchio di declinazione che passa pel centro dell'astro. Sotto tale rapporto i cerchi di declinazione sogliono pure denominarsi *cerchi orarj*.

353. Si ricava oltre a ciò che un punto dell'equatore, o di uno de'suoi paralleli, ovvero una stella qualunque, passa per qualsisia cerchio orario con una celerità uniforme, in modo che impiega il medesimo tempo per ogni passaggio consecutivo pel medesimo punto dello stesso cerchio orario. L'intervallo di tempo che la stella impiega per li due passaggi consecutivi pel medesimo semimeridiano, è quello che chiamasi *giorno siderale*.

354. Il giorno siderale si divide in 24 ore, l'ora in 60', il minuto in 60''. Il tempo espresso per giorni, ore, e minuti siderali, dicesi *tempo siderale*. Nel tempo siderale, tutt'i giorni sono eguali.

355. Dalle cose esposte si rileva che l'istante del passaggio d'una stella pel meridiano d'un luogo, segna il principio ed il termine del giorno susseguente; ma per ottenere le ore, e frazioni d'ora, che sono scorse dal passaggio della stella pel meridiano sino ad un altro istante qualunque, bisogna conoscere l'angolo orario della stella medesima.

356. In prosieguo daremo il metodo di calcolazione, onde determinare la quantità dell'angolo orario.

357. Riflettendo che l'angolo orario vien misurato dall'arco dell'equatore intercetto fra i suoi lati, e che l'astro nel suo movimento giornaliero descrive, l'equatore, o uno de'suoi paralleli in 24 ore, ne risulta chiaro che in una parte aliquota di giorno, l'astro percorre una parte aliquota de'360° della circonferenza del cerchio che descrive; e che perciò il tempo corrispondente ai gradi, e minuti dell'angolo orario, o dell'arco dell'equatore che lo misura, è il quarto termine proporzionale in ordine a 860°, ai gradi e minuti dell'angolo orario, ed a 24 ore.

358. Corrispondendo 24 ore a 360°, un'ora a 15°, quattro minuti di tempo ad un grado, un minuto di tempo a 15' di grado, e così successivamente; si ricava l'ovvia regola di ridurre in tempo i gradi dell'equatore, cioè quelli dell'ascenzione retta d'un astro, e della longitudine d'un luogo, e per analogia anche quelli della longitudine dell'astro medesimo con moltiplicare per 4 i gradi, e minuti delle medesime; poichè dal prodotto de'secondi di grado moltiplicati per 4, si avranno i minuti terzi di tempo, dal prodotto de'minuti di grado moltiplicati per 4 sì otterranno i minuti secondi di tempo, e dal prodotto de'gradi moltiplicati per quattro si conseguiranno i minuti primi di tempo; così 23°. 38'. 48''=1^{or}. 34', 35'', 12'''.

359. Conseguentemente volendosi ridurre in gradi l'ascensione, e la longitudine d'un astro, come la longitudine d'un luogo espressa in tempo, si otterrà tale reduzione con dividere per 4 prima le ore, e minuti ridotte a minuti; poi i minuti di resta se ve sono co'secondi, ridotti tutti a secondi ecc. poichè dal primo quoziente si avranno i gradi, e dal secondo i minuti di grado ecc., così 2^{or}. 29'. 24''= 37°. 21'.

360. Il tempo siderale, se soddisfa ai bisogni dell'astronomo, non provvede però alle necessità di tutti gli uomini organizzati in società, poichè lo stesso non è marcabile da tutti; e l'incominciamento del suo

giorno, non è sempre osservabile dagli astronomi stessi. Siffatti inconvenienti hanno fatto invece negli usi della vita civile, adottare per misura del tempo l'apparente rivoluzione giornaliera del sole; cioè il movimento di rotazione della terra rapportata al sole.

361. Il giorno civile è il tempo che decorre fra due passaggi consecutivi del sole pel semimeridiano inferiore, cioè il tempo che si conta da mezzanotte a mezzanotte.

Il giorno civile si ripartisce pure in 24 ore, come il giorno siderale; e le ore si distinguono, in quelle del mattino, che sono le dodici ore da mezzanotte a mezzoggiorno, ed in quelle della sera che sono le dodici ore da mezzoggiorno a mezzanotte. Dicesi tempo civile quello che è composto da giorni civili. Si può dire che questa maniera di contare i giorni è adottata da tutti gli uomini incivilìti.

362. Gli astronomi poi, ed anche i marini, contano il giorno da mezzoggiorno a mezzoggiorno; e ciò perchè la maggior parte delle di loro calcolazioni è rapportata al passaggio del sole pel semimeridiano superiore.

363. Laonde il *giorno astronomico* è l'intervallo di tempo fra i due passaggi consecutivi del sole pel semimeridiano superiore, dicesi *tempo astronomico* quello composto di giorni astronomici.

364. Quindi è che il sole passa pel semimeridiano superiore, cioè che segna il mezzoggiorno, alle 12 ore del mattino in tempo civile, e nel principiar del giorno astronomico; e perciò il giorno in tempo astronomico incomincia dalla metà del giorno in tempo civile, dimodochè le ore della sera in tempo civile corrispondono alle prime 12 ore dell'istesso giorno in tempo astronomico, e le ore del mattino in tempo civile corrispondono alle ultime 12 ore in tempo astronomico del giorno precedente.

365. Per la qual cosa si può ridurre con facilità il tempo civile in tempo astronomico, e questo a quello nel modo seguente.

366. *Ridurre il tempo civile in tempo astronomico.*

1. Se le ore in tempo civile sono del mattino, si aumenteranno esse di 12 ore, e si diminuirà di uno il numero dei giorni del tempo da ridursi. Il risultamento darà il tempo astronomico corrispondente.

Esempio.

Ridurre in tempo astronomico le 8.^{or} 38′ del mattino del dì 18 Marzo 1841.

Tem. civile = 1841 marzo 18 a 8^{or}.38′ del mattino

— 1 + 12

Tem. astron. = 1841 marzo 17 a 20. 38

2. Se le ore in tempo civile sono della sera, in tal caso il tempo astronomico corrispondente, sarà composto delle medesime ore e minuti dell' istesso giorno del tempo civile da ridursi.

Esempio.

Ridurre in tempo astronomico le 4^{or}, 23′ della sera de' 23 marzo 1841.

Tempo civile 1841 Marzo 23 a 4^{or}. 23′ della sera
Tempo astron. 1841 Marzo 23 a 4^{or}. 23′

367. *Ridurre il tempo astronomico in tempo civile.*

1. Se le ore in tempo astronomico appartengono alle ultime 12 ore, si diminuiscono esse di 12^{or}, e si aumenti di uno il numero de' giorni. Il risultamento darà il tempo civile corrispondente.

Esempio.

Ridurre in tempo civile le 22^{or}. 41′ del 24 Aprile 1841 di tempo astronomico.

Tempo astron. 1841 Aprile 24 a 22^{or}. 41′
+1 — 12

Tempo civile 1841 Aprile 25 a 10′. 41′ del mattino

2. Se poi le ore in tempo astronomico appartengono alle prime 12 ore, saranno esse le ore della sera dello stesso giorno in tempo civile.

Esempio.

Ridurre in tempo civile, le 5^{or}. 27′ del 15 giugno 1841 di tempo astronomico.

Tempo astron. 1841 Giugno 15, a 5^{or}. 27′
Tempo civile 1841 Giugno 15, a 5^{or}. 27′ della sera

368. Dicesi *anno* il tempo che il sole impiega col suo apparente moto proprio a percorrere l' ecclittica, e perchè il giorno dell' anno corrispondesse al grado che il sole occupa sull' ecclittica, si è stabilito perciò dagli astronomi incominciarsi a contare l'anno dal punto in cui succede l'equinozio di primavera, cioè dall' intersezione d'ariete. L'anno contato in tal modo prende il nome di anno *equinoziale*, *o tropico*; ed esso ha la durata di 365^{g}. 5^{or} 48′. 50″, 22, giusta le più recenti osservazioni astronomiche.

369. Adottatosi l'uso di misurare il tempo col movimento del sole, non potevasi nelle facende civili tener conto delle frazioni di giorno che vi erano nell'anno tropico; e sotto Giulio Cesare, primo Imperadore in Roma, ad oggetto di rimuovere la confusione in cui era il calendario, venne chiamato nella capitale di allora dell'universo il matematico *Sosigene* di Alessandria di Egitto, e questi per regolare il calendario, sulla credenza di essere l'anno tropico di 365 giorni, 6^{ore}, propose di contare l'anno di 365$^{g.}$ per tre anni continui, i quali per distinzione vennero detti *anni comuni*, ed affinchè venissero compensate le sei ore trascurate, fu d'avviso contarsi il quarto anno di 366 giorni, che poi venne chiamato *anno bisestile*. Il parere di Sosigene venne adottato per ordine di Giulio Cesare, e perciò la maniera di contare gli anni in tal modo prese il nome di *stile Giuliano, o vecchio stile*.

370. Una differenza così piccola poco men di 11', 10", fra l'anno tropico, e quello del vecchio stile, dovea produrre coll'andar degli anni un grave sconcio, giacchè comulati per 131 anni dava più d'un giorno per prodotto; e divenuto sensibile il divario, ne risultava un'imbarazzo per la fissazione delle feste mobili, che si riferiscono alla Pasqua di risurrezione, per la celebrazione della quale il concilio di Nicèa, tenuto nell'anno 325 aveva statuito la prima Domenica dopo il plenilunio di primavera, che succedeva immediatamente appresso al dì 21 marzo.

371. Il Sommo Pontefice Gregorio XIII sull'avviso di molti astronomi invitati in Roma, e specialmente del nostro calabrese Aloisio Lilio nell'anno 1580, epoca in cui si contava l'equinozio di primavera nel dì 11 marzo, con breve publicato nel 24 febbrajo 1581, stabilì che il mese di ottobre dell'anno vegnente 1582, venisse diminuito di 10 giorni, precisando che il dì 5 ottobre si contasse il dì 15, onde rimuovere l'errore di giorni 10, che si era cumulato dall'epoca del lodato Concilio di Nicèa, fino al 1680. E mentre il marcato aumento di 11' circa, nella durata d'un secolo dava un divario di 18^{or}. 36'. 18", si credette invece essere d'un giorno: per provvedere agli errori che ulteriormente si comulavano nell'avvenire, fù disposto dal predicato Pontefice che gli anni secolari 1700, 1800, 1900, si dovevano contare per anni comuni, abbenchè secondo lo stile Giuliano cadevano bisestili, e ritenne l'anno 2000 per bisestile, stabilendo pel tratto successivo la regola che gli anni secolari consecutivi si contavano tre di essi per anni comuni, e che il quarto anno susseguente si contasse per bisestile. E chiaro che questa correzione dopo quaranta secoli darà un errore in più della quantità di 24^{or}. 12'.

372. Vi sono alcuni popoli che tuttavia contano il giorno secondo il vecchio stile: e perciò essi hanno una data diversa della nostra, dimodochè contano 13 giorni meno di noi che abbiamo adottato lo stile Gregoriano.

373. Or riferendosi l'anno tropico ai punti equinoziali, i quali per effetto della precessione hanno un movimento retrogrado di 50", 103 per

ogni anno da oriente in occidente, ed inoltre rapportando la rivoluzione del sole ad un punto fisso del Cielo, cioè al semicerchio di declinazione d'una stella che passa contemporaneamente pel punto equinoziale, ne risulta chiaro che il sole dopo l'annua sua rivoluzione s'incontrerà prima coll'intersezione d'ariete; e non passerà pel supposto semicerchio di declinazione della stella disegnata, che dopo 20'. 19", 98, intervallo che forma il tempo che il sole impiegar deve per descrivere sull'ecclittica li 50", 103, che il punto equinoziale di primavera trovasi aver avanzato verso ovest; dunque il sole ritornar deve nel semicerchio di declinazione della stella, al quale si è rapportato, dopo giorni 366. 6^{or} 9', 10", 2: questa durata di tempo dicesi *anno siderale*.

374. Laonde si ricava che il sole percorre l'intera ecclittica nella durata di tempo di giorni 365. 6^{or}. 9'. 10", 2, e supposto aver il sole un moto equabile, ed uniforme, si avrà essere la quantità che il sole avanza in longitudine ogni giorno $= \dfrac{360.^{\circ}}{365^{g}.6^{or}.9',10'',2,} = 59'.\ 8'',\ 2$, e siffatto avanzamento è quello che dicesi ***movimento medio diurno del sole in longitudine ed anche in ascensione retta.***

375. Conseguentemente partendo il sole dal semimeridiano superiore, deve descrivere col suo apparente moto diurno 360°. 59'. 8", 2, per ritornarvi di bel nuovo; e quindi si ricava che il sole non fa il suo movimento giornaliero per piani paralleli all'equatore; ed essendo costante il movimento sull'ecclittica, descrive perciò col suo moto diurno una spirale; le di cui differenti spire corrispondenti a ciascuna rivoluzione giornaliera, sono alquanto inclinate all'equatore: tale inclinazione non è posta a calcolo nell'astronomia nautica.

376. Or posto in confronto la rivoluzione d'una stella da oriente in occidente con quella del sole, ne risulta che 1. La stella esegue la sua intera rivoluzione in minor tempo che il sole, cioè che la prima ritorna al meridiano prima che vi giunga il sole: 2. Le stelle in 24 ore solari descrivono 360°. 59'. 8". 2 di ascensione retta; e che tali gradi e minuti divisi per 24 ore, fan conoscere che la stella in un'ora solare si avanza in ascensione retta per 15°. 2'. 27", 8: quindi è che volendosi ridurre il movimento di una stella in tempo solare, bisogna effettuarne la riduzione alla ragione di 15°. 2'. 27", 8 per ogni ora: 3. In fine il tempo d'una intera rotazione della terra sul proprio asse, cioè d'una compiuta rivoluzione d'una stella, ragguagliato al tempo solare è di 23^{or}. 56', 4", quantità che forma il quarto proporzionale della seguente analogia 360°. 59". 8", 2 : 360" :: 24^{ore} : 23^{ore} 56', 4".

377. Premesse tali cose, rivolgiamo le nostre investigazioni per conoscere se il movimento diurno del sole in ascensione retta sia lo stesso in tutti i giorni; ed inoltre procuriamo di persuaderci anche sensibilmente del fondamento delle verità enunciate ne'numeri precedenti.

Per riescire con successo al nostro intento, osservasi la figura 24, nella quale PCP' rappresenti il coluro do'solstizii, P, e P' i poli del

mondo, EQ l'equatore, RBNB' l'orizzonte astronomico; CBDB' l'ecclitica ove supponiamo muoversi il sole (a) da occidente in oriente nel senso BDB', incominciando dal punto B che rappresenta l'intersezione d'Ariete; e siano BS, SS', S'S'', S''S''' ecc. gli archi percorsi dal sole in più giorni consecutivi. Immaginando che per li punti S, S', S'', S''' ecc. vi passino i paralleli dell'equatore ab, cd, ef, gh, ecc: si potranno siffatti paralleli considerare senza error sensibile per le diverse spire che sembra descrivere il sole nel suo moto giornaliero. Supponiamo altresì che per li punti B, S, S', S'', S''', ecc: vi passino i cerchi di declinazione PBP', PSP', PS'P', PS''P', PS'''P' ecc: In fine suppongasi esservi una stella in M, posta sul meridiano PBP', che s'immagina essere il meridiano del luogo dell'osservatore. Dalla semplice ispezione della figura in esame si rileva con chiarezza.

1. Che nel primo giorno, il sole descrivendo l'equatore sorgerà in B, punto che dinota il cardine est, e tramonterà in B' punto che dinota il cardine ovest; nel secondo giorno sorgerà in *i*, nel terzo in *h*, nel quarto in *k* ecc: approssimandosi continuamente al polo P, fino a che percorre il primo quadrante BD dell'ecclitica (56 e segu.). Giunto che sarà il sole nel punto D, sorgerà in quel giorno in Q, e ne'giorni susseguenti ritornerà successivamente ne'punti *m*, *l*, *h*, *i*, ecc: allontanandosi continuamente dal polo P, al quale pel tratto antecedente si era avvicinato; e percorso che avrà l'altro quadrante DB', sorgerà di nuovo pel punto B, ritrovandosi nell'intersezione di libra. È cosa altresì manifesta che nel percorrere l'altra metà dell'ecclitica succederanno per rapporto al polo P' le stesse approssimazioni, ed i medesimi allontanamenti accaduti per rapporto al polo P.

2. Ritrovandosi il sole nel punto B, cioè nel meridiano dell'osservatore, ch'è il cerchio di declinazione dove sta la stella M, passando per tale meridiano contemporaneamente colla stella, è pure manifesto che nel giorno susseguente il sole per effetto del suo moto proprio ritornerà nel meridiano PBP', mentre la stella è di già passata per tale meridiano e trovasi essere giunta nel cerchio di declinazione PSP', posto ad occidente della quantità angolare BPi misurata dall'arco dall'equatore Bi. Nel giorno seguente, il sole arriverà in S'', la stella gli resterà ad occidente di altrettanto, di quanto lo era nella vigilia di tale giorno, e così di seguito. Conseguentemente dopo un anno ritornerà in B nello stesso cerchio di declinazione PBP', ove immutabilmente trovasi la stella M, ed ove si verifica di bel nuovo che questi due astri passeranno nell'istesso istante pel medesimo meridiano PBP'.

378. Dall'esame precedente risulta che ciascuno degli archi *Bi*, *ih*, *hk* dell'equatore, compresi da'cerchi di declinazione, ai quali corri-

(a) Per semplificare il discorso in prosieguo trascuriamo di aggiungere la parola apparente, all'espressione moto annuo del sole.

sponde il sole di giorno in giorno, forma ciò che dicesi *avanzamento o movimento diurno del sole in ascensione retta*. Tale quantità non è costante per due ragioni.

1. Perchè gli archi BS, SS′, S′S″, S″S‴ ecc: dell'ecclitica, che il sole descrive successivamente di giorno in giorno, non sono eguali. Poichè la terra e per la sua forza centripeda, e per la sua forza centrifuga descrive una ellisse, che forma la sua orbita, trovandosi il sole in uno de'suoi fuochi; ed agendo la gravità in ragion inversa del quadrato della distanza, (princ. di cosmog. cap. 1. parte 1.) la velocità della terra è maggiore ne'punti più prossimi al sole, cioè nel *perielio*, ed è minore ne'punti più lontani, cioè nell'*afelio*, ne avviene che anche l'arco descritto dalla terra, ed in apparenza dal sole, in ogni giorno sulla ecclitica, cresce o decresce secondochè il sole trovasi più vicino, o più lontano dalla terra.

2. Ancorchè gli archi BS, SS′, S′S″ ecc: sieno eguali, purtuttavia gli archi *Bi*, *ih*, *hk* ecc: dell'equatore non lo sarebbero affatto; e ciò a motivo della obbliquità dell'ecclitica coll'equatore. Di fatti nel triangolo *Bi*S rettangolo in *i*, gli angoli in B, ed in S sono acuti, per essere il primo di 23°.28′, ed il secondo perchè sotteso da *Bi* arco minor del quadrante, sarà perciò l'angolo in *i* il massimo de'rimanenti angoli del proposto triangolo; e quindi l'ipotenusa BS è il più grande lato dello stesso triangolo: laonde BS > *Bi*.

Or se gli archi *Bi*, *ih*, *hk*, ecc: sarebbero uguali, come lo sono per supposizione, gli archi BS, SS′, S′S″, S″S‴ della ecclittica, ne risulterebbe SS′ > ih, S′ S″ > hk ecc:

E quindi si avrebbe BD più grande di BQ, lo che è assurdo, giacchè BD = BQ per essere amendue archi di quadranti di cerchi eguali.

379. Dal che emerge chiaro che gli archi *Bi*, *ih*, *hk*, kl ec: sono più piccioli de'corrispondenti archi BS, SS′ S′ S″ ecc: dell'ecclitica verso gli equinozii; sono poi i primi più grandi de'secondi verso i solstizii. Poichè dimostrato *Bi* < BS e dimostrandosi parimenti Bl < BS″, ne risulta che essendo BD = BQ, rimaner debba lQ maggiore di S″ D.

380. Or essendo il giorno solare l'intervallo di tempo che decorre fra i due passaggi consecutivi, che il sole fa pel medesimo semimeridiano (361) ne risulta che il giorno solare viene a comporsi di due parti; e sono 1°. Il tempo che impiega una stella a descrivere 360° intorno alla terra. 2.° Il movimento diurno in ascensione retta del sole, ridotto in tempo (375), quantità che si è dimostrata ne'numeri precedenti di non esser costante: e supponendosi poi il contrario, cioè che la stessa quantità sia uniforme, ed in ogni giorno di 59′. 8″, 2 (374), ne nasce la distinzione del giorno, *in giorno vero, ed in giorno medio*.

381. Dunque il giorno vero è l'intervallo di tempo che effettivamente trascorre fra i due passaggi consecutivi del sole per l'istesso semimeridiano; ed esso si compone del giorno siderale, e del movimento diurno del sole in ascensione retta.

382. Il giorno medio poi, è l'intervallo di tempo che decorre fra due passaggi consecutivi che fa il sole per l'istesso semimeridiano, supponendo il movimento solare in ascensione retta sempre uniforme; ed esso vien composto dalla durata d'una rivoluzione giornaliera d'una stella e dal movimento diurno medio del sole in ascensione retta, cioè del tempo per descrivere 360° più quella per percorrere 59'. 8", 2.

383. Laonde i giorni veri non sono tra essi uguali, come lo sarebbero i giorni medii, avvertendo che la differenza tra il giorno vero, ed il giorno medio, sebbene è molto piccola, nel comularsi col rimanere per un certo tempo nell'istesso senso, produce un divario molto cousiderevole da giungere sino a poco più di 16'.

384. Dicesi *equazione del tempo*, la differenza tra il giorno vero, ed il giorno medio.

385. I giorni della massima eccedenza del tempo medio sul tempo vero, sono il dì 11 febbrajo, che è di 14'. 33", 14. ed il 26 luglio che è di 6'. 9",73; mentre i giorni della massima eccedenza del tempo vero sul tempo medio sono il dì 15 maggio che è di 3'. 56", 14, e nel dì 1° novembre che è di 16'. 16", 72. Conseguentemente ne'giorni intermedj, il giorno vero è uguale al giorno medio, e ciò succede ne'giorni 14 aprile, 15 giugno, 31 agosto, e 24 dicembre.

386. Tanto il giorno vero, quanto il giorno medio si divide in 24 ore. Quindi le ore del giorno vero sono uguali tra esse nell'istesso giorno, ma non sono uguali a quelle degli altri giorni; mentre le ore del giorno medio sono sempre uguali tra esse, e con quelle degli altri giorni.

387. Il *tempo vero*, è quello che si compone di ore e di giorni veri; ed il *tempo medio*, è quello che si forma di ore e di giorni medii.

388. Subitochè l'equazione del tempo è la differenza tra il giorno vero, ed il giorno medio, ne risulta che data l'equazione del tempo, si può ridurre il tempo medio in tempo vero, come questo, a quello; ed è manifesto che se è noto il tempo vero, ed è noto pure essere lo stesso maggiore, o minore del tempo medio, si avrà questo, togliendo o aggiungendo la equazione del tempo dal tempo vero; come al contrario sapendosi il tempo medio, e conoscendosi essere lo stesso maggiore, o minore del tempo vero, si ridurrà quello a questo, con togliere, o aggiungere al primo l'equazione del tempo. A suo luogo, parlando dell'uso, e del maneggio della tavola della conoscenza de'tempi, ci occuperemo pure del modo di determinare l'equazione del tempo, e della pratica per la riduzione del tempo vero al tempo medio, e questo a quello.

389. Rimane a riflettere che diviso l'equatore celeste in 24 parti uguali per mezzo di dodici meridiani, facenti tutti angoli uguali tra essi, ciascuno di 15°, ne risulta chiaro:

1°. Che il sole passar debba da un meridiano all'altro in ogni ora (357).

2°. Che il sole, come ogni altro astro, passerà prima per li meri-

diani che sono ad oriente, e poi per quelli che sono ad occidente; poichè il movimento diurno succede da oriente ad occidente.

3.° I luoghi posti sotto l'istesso meridiano, hanno il mezzoggiorno, e perciò qualunque altra ora nello stesso istante.

4°. Quei luoghi che sono in una longitudine orientale, hanno il mezzodì e qualunque altra ora, tanto prima per rapporto a quelli che sono ad occidente; per quanto è la differenza di longitudine de'luoghi ridotta in tempo; cioè la distanza de'meridiani de'due luoghi; e viceversa i luoghi che sono in una longitudine occidentale hanno il mezzoggiorno a qualunque altra ora, tanto dopo per rapporto a quelli che sono ad oriente, per quanto è la differenza di longitudine ridotta in tempo.

390. Laonde ne'luoghi posti sotto diversi meridiani si conta il tempo diversamente, e volendosi ridurre il tempo che si conta in un luogo, al tempo che si conta in un altro, in un meridiano differente, cioè essendo noto il tempo che si conta in un luogo, e volendosi conoscere il tempo che si conta in un altro nel medesimo istante, non bisogna far altro che ridurre in tempo la differenza di longitudine fra i meridiani de'due luoghi, ed aggiungerla alle ore che si contano nel primo; poichè la somma che si ottiene disegna il tempo che si conta nel secondo luogo, se questo è ad oriente di quello; ma se al contrario il secondo trovasi ad occidente del primo, in tal caso sottraendo la differenza di longitudine ridotta in tempo da quello che si conta nel primo, si avrà dal residuo il tempo che si cercava, cioè quello che si conta nel secondo luogo. Gli esempj seguenti daranno schiarimenti maggiori alla regola stabilita.

Esempio I.

Ridurre in tempo che si conta in Parigi, le 7^{or}. 41′ del mattino del dì 6 aprile 1841, contate sul naviglio, posto nella longitudine 18°. 30′ est.

Tempo del navig: 1841 Aprile 6 a 7^{or}. 41′ del mattino
Long: dal merid: di Parigi 18°.30′E = — 1. 14′

Tempo in Parigi 1841 Aprile 6 a 6. 27 del mattino

Esempio II.

Ridurre in tempo che si conta in Parigi, le 4^{or}. 18′ della sera del dì 15 aprile 1841, contate sulla nave, posta nella longitudine 24°. 48′O dal meridiano di Parigi.

Tempo della nave 1841 Aprile 5 a 4^{or}. 18′ della sera
Long. dal mer. di Parigi 24°. 48′O = + 1^{or}. 39′. 12″

Tempo in Parigi 1841 Aprile 5 a = 5^{or}. 57′ 12″ della sera

Esempio III.

Si domanda il tempo che si conta in Napoli, posto nella longitudine 11°. 55'. 30" E, mentre sul naviglio situato nella longitudine 19°. 30'. 30" E, si contano le 9^{or}. 54' del mattino del dì 15 aprile 1841.

long. di Napoli = — 11°. 55', 30" E
long. del navig. = 19. 30, 30 E

Diff. di long. per la nave = 7. 35 E

Tempo del navig. 1841 Aprile 15 a 9^{or}. 54' del mattino
Diff. di long. per Napoli 7°.35 O = — 30'. 20"

Tempo in Napoli 1841 Aprile 15 a 9^{or}. 23'. 40" del mattino

Esempio IV.

Si domanda l'ora che si conta in Dublino, posto nella longitudine 8°. 30'. 48" O, mentre sulla nave situata nella longitudine 25°. 35' O. Si contano le 4^{or}. 32' della sera del dì 18 Maggio 1841.

Long. del porto di Dublino . . . = — 8°. 30'. 48" O
Long. della nave . . . . = 25°. 30 O

Diff. di long. per la nave . . . . = 16. 59. 12 O

Tempo della nave 1841 maggio = 18 a 4^{or}. 32' della sera
Diff. di longitud. per Dublino = 16°. 59', 12" E = + 1^{or}. 7. 56".48'''

Tempo in Dublino. . . . . . = 5^{or}. 39'. 56. 48

391. Subitochè l'angolo orario del sole ha il vertice nel polo, e vien misurato dall'arco dell'equatore terminato dal semimeridiano superiore, e dal semicerchio di declinazione che passa per l'astro (352), ne risulta chiaramente che ridotto in tempo la quantità angolare dell'angolo orario, allorchè il sole ritrovasi nell'emisfero orientale, siffatto intervallo di tempo dinota le ore e minuti che trascorrer debbono fino a che il sole giungerà nel semimeridiano superiore; e qualora il sole ritrovasi nell'emisfero occidentale, lo stesso angolo orario ridotto in tempo, esprime le ore e minuti decorsi, da che il sole è passato pel semimeridiano superiore. Quindi è che in un istante qualunque, noto che sarà l'angolo orario del sole, si avrà l'ora del mattino del giorno civile del medesimo istante, dal residuo che si ottiene con togliere l'angolo orario ridotto in tempo da 12 ore, se il sole sta nell'emisfero orientale; e trovandosi poi

il sole nell'emisfero occidentale, l'angolo orario ridotto in tempo disegna l'ora della sera dell'istante istesso.

392. Sebbene il moto di rotazione della terra sul proprio asse sia la misura del tempo disegnatoci dalla natura, pur nondimeno non soddisfa ai bisogni di tutti gli uomini in ordine alla conoscenza delle ore, e minuti del giorno; e sebbene gli Astronomi per mezzo della conoscenza dell'angolo orario, possono giungere alla conoscenza delle frazioni del giorno, pur tuttavia non riuscendo ad essi sempre possibile misurare l'altezza d'un astro, che forma uno degli elementi del calcolo dell'angolo orario, come a suo luogo si vedrà, si ricava che il metodo di conoscere l'ora del giorno per mezzo dell'angolo orario, neppure soddisfa ai bisogni degli Astronomi in tutte le circostanze.

393. Per ottenere le parti del giorno, si è inventata un'altra maniera di ottenere il moto uniforme e continuo, e ciò per mezzo di alcune macchine, fra le quali le più perfette sono gli orologi a pendolo, le mostre, o *cronometri*, alle quali l'astronomia, e molto più la navigazione, deve la miglior parte de' suoi progressi.

393. Dall'esposta teoria riguardante la misura del tempo si rileva che la proprietà più essenziale d'una macchina destinata a misurare il tempo, debba essere la uniformità del suo movimento, cioè che le oscillazioni del suo pendolo debbono essere uniformi, ed isocrone, cioè di ugual durata. Importa poco che il di loro cammino sia più o meno rapido, purchè sia uniforme; anzi perchè un pendolo o una mostra corrisponda al tempo siderale, è uopo che segnando l'orologio, un'ora qualunque nel passaggio d'una stella, o d'un punto dell'equatore pel meridiano del luogo, in ogni ritorno di tale stella o di siffatto punto all'istesso meridiano, l'orologio indichi precisamente la stessa ora, o pure che l'acceleramento, o il ritardamento dell'orologio medesimo sia una quantità costante, vuol dire sempre la stessa in tutt'i giorni susseguenti.

394. Laonde rapportando l'orologio al movimento del sole, il primo ne segua il tempo *medio*, e conseguentemente accompagnando l'orologio il cammino del sole dall'equinozio di primavera sino al ritorno consecutivo nell'istesso punto equinoziale, cioè per la durata d'un anno, tempo in cui tutte le irregolarità, o almeno le più sensibili del tempo vero del sole, vengono a compensarsi, si osserverà che nei quattro giorni, ne' quali il tempo vero si accorda col tempo medio (385), anche il tempo vero, cioè l'angolo orario del sole, ridotto in tempo o sottratto da 12^{or} si concorderà coll'ora segnata dall'orologio, nelle ore della sera, o nelle ore del mattino; ed inoltre che per gli altri giorni dell'anno si può per mezzo dell'equazione del tempo (388) ridurre l'ora segnata dall'orologio a quella marcata dal sole, e dedotta col suo angolo orario, o si può convertire questa a quella.

395. Avendosi per un istante qualunque il tempo segnato dal sole, nonchè quello marcata dall'orologio, e fatta la riduzione alla stessa de-

nominazione: cioè l'uno, e l'altro in tempo vero, o medio, dal confronto di questi due tempi, si può conchiudere sull'esattezza, o inesattezza dell'orologio, come sull'acceleramento, o ritardamento dell'orologio stesso; e ciò sempre che questa macchina non ha cambiato di meridiano. Parlando in prosieguo della maniera di verificare il cammino degli orologi, si esporrà anche il modo di eseguire il confronto del tempo segnato dall'astro con quello marcato dall'orologio, allorchè tale istrumento nel momento dell'osservazione ritrovavasi in un meridiano diverso da quello, ove fu regolato, cioè da quello ove incominciò il suo movimento.

CAPITOLO III.

Del modo di determinare la posizione di un astro.

SEZIONE I.

DELLA MANIERA DI DETERMINARE LA POSIZIONE DI UN'ASTRO SÌ PER RAPPORTO ALL'EQUATORE, CHE PER RAPPORTO ALL'ECCLITICA.

396. Si è detto che si ottiene la determinazione d'un astro per rapporto all'equatore; con l'ascensione retta, e colla declinazione d'un astro (70); e per rapporto all'ecclitica mediante la latitudine, e la longitudine del medesimo astro (75), e per rapporto all'orizzonte, con l'azzimutto, e con l'altezza dell'astro (83).

397. La declinazione, l'ascensione retta, la latitudine, e la longitudine d'un astro si possono ottenere col calcolo, avendo per dato noto uno di essi ricavato dall'osservazione, o coll'aiuto di corrispondenti tavole astronomiche. Noi ci occuperemo prima del modo di ottenere tali elementi per mezzo del calcolo, e per comprenderne il procedimento entreremo in un esame circostanziato ne'numeri seguenti.

398. Per determinare coll'aiuto dell'osservazione la declinazione dell'astro, bisogna conoscere in prima la vera altezza meridiana d'un astro, e noi a suo luogo esporremo i mezzi per ottenerla; debbesi inoltre conoscere la latitudine precisa del luogo, ove si fa l'osservazione; e dopo debbonsi praticare le seguenti regole.

Primo. Se per misurare l'altezza d'un astro, l'osservatore rivolger debba le spalle al polo elevato, dimodochè l'ombra sua si abbatte verso tale polo (a); in tal caso si avrà la declinazione dell'astro con prendere la differenza tra l'altezza meridiana dell'astro, ed il complemento a 90°

(a) L'ombra d'un corpo su di cui incide uno, o più raggi di luce, vien projettata sempre dalla parte opposta della direzione, a cui rimane l'oggetto luminoso. Quindi è che osservandosi l'astro con le spalle rivolte al polo nord, suol dirsi fare l'osservazione con l'*ombra boreale;* ed al contrario guardandosi l'astro con le spalle al polo sud, dicesi essersi fatta l'osservazione con l'*ombra australe*.

della latitudine dell' osservatore; e siffatta declinazione sarà dalla specie del polo depresso, cioè dalla specie opposta all'ombra, se l'altezza meridiana è minore del complemento della latitudine, mentre la stessa declinazione sarà dalla specie del polo elevato, cioè dalla specie dell' ombra, se l' altezza meridiana è maggiore del complemento della latitudine.

Secondo. Se poi per osservare l'astro, l'osservatore rivolger debba le spalle al polo depresso, cioè se l'ombra è di specie opposta a quella del polo elevato, in tal caso si avrà la declinazione dell'astro dalla somma dell' altezza meridiana dell'astro medesimo, e del complemento della latitudine del luogo dell' osservazione, però se la somma non eccede 90°; ma se la somma risulta maggiore di 90°, in tal caso il supplemento di essa a 180° indicherà la declinazione dell'astro, la quale nell' uno, e nell'altro caso degli ultimi due, sarà della specie del polo elevato, cioè di specie opposta all' ombra.

Di fatti guardasi la figura 25, nella quale HZRQH dinoti il meridiano del luogo, P il polo elevato, P' il polo depresso, EQ l'equatore celeste, HOR l' orizzonte astronomico, Z lo zenit. È manifesto che il complemento della latitudine del luogo vien rappresentato sì dall' arco HE, che dall'arco QR ; ed è pure manifesto, che

Primo. L'osservatore obbligato a rivolgere le spalle al polo elevato in P, affinchè possa guardare l'astro, avviene che questo nel giungere al semimeridiano superiore, vi passerà, o fra l'orizzonte e l'equatore, cioè fra H ed E, e per esempio per S; o fra l'equatore e lo zenit, cioè fra E e Z, per esempio per S'. Da siffatte considerazioni risulta parimenti chiaro, che nell'uno e nell'altro caso la declinazione dell'astro è dinotata da SE, o da S'E, eguale alla differenza tra HE complemento della latitudine, e HS o HS' altezza meridiana dell'astro; ed inoltre che nel caso in cui SH $<$ HE, la declinazione dell'astro è di specie opposta a quella dell'emisfero, ove ritrovasi l'osservatore, cioè della specie opposta all'ombra; mentre nel caso in cui HS' $>$ HE, la declinazione dell'astro è della specie del polo elevato, cioè della medesima specie dell' ombra.

Secondo. Che l'osservatore, dovendo voltare le spalle al polo depresso per guardare l' astro, nel giungere questo al semimeridiano superiore non potrà passare che, o fra l'orizzonte ed il polo elevato, cioè fra R e P, per esempio per A, o fra il polo elevato e lo zenit, cioè fra P e Z, per esempio per A'. Da tali rimarchi risulta ad evidenza che l'astro ritrovasi in A, allorchè $QR+RA<90°$, cioè allorchè la somma del complemento della latitudine, e dell' altezza meridiana è minore di 90°; e che in tal caso la medesima somma dinota la declinazione dell' astro della specie del polo elevato; cioè di specie opposta all' ombra dell' osservatore; mentre si ritroverà in A', quando $QR+RA'>90°$, cioè allorchè la somma del complemento della latitudine e dell' altezza meridiana è maggiore di 90°; e che nell' ultimo caso sottraendo la somma ottenuta da 180°, si ha dal residuo la declinazione dell'astro della stessa

specie del polo elevato, cioè di specie opposta a quella dell'ombra; val quanto dire $A'E = 180° - (QR + RA')$.

399. Sembra ora in acconcio l'avvertire che le osservazioni moltiplicate, e ripetute da' più valenti astronomi, dirette alla determinazione della declinazione che il sole ha successivamente in ogni giorno, nel passaggio che fa pel semimeridiano superiore, han fatto determinare con precisione l'obbliquità dell'eclittica coll'equatore, dopo aver conchiuso essere la massima di tali svariate declinazioni di 23°. 28', come si è marcato nel numero 43; e quindi si è conosciuto il fenomeno della mutazione, di cui si è fatta parola nei numeri 40, e 41.

400. Dalle cose esposte si rileva che per mezzo delle osservazioni si può ottenere la sola declinazione che l'astro ha nel passare pel semimeridiano superiore, e non già le intermedie che l'astro ha fra l'intervallo de'due passaggi consecutivi, e che il grado di esattezza della declinazione ottenuta col metodo esposto, dipende dalla conoscenza precisa della vera latitudine del luogo, non che della vera altezza meridiana.

401. Determinata che sarà la declinazione del sole, si potrà ottenere l'ascensione retta dal medesimo, mediante la seguente analogia.

La tangente dell'obbliquità dell'ecclittica coll'equatore, sta alla tangente della declinazione, come il raggio, sta al seno dell'ascensione retta.

Di fatti sia PAQP (fig. 26) il coluro de'solstizii, EBQB'' l'equatore, P uno de'poli, ABFB' l'eclitica, B il punto equinoziale di primavera, B' il punto equinoziale di autunno, S, S', S'', S''' quattro punti sistenti ne'quattro archi di quadranti dell'eclittica, marcati da'due coluri, nei quali si suppone trovarsi il sole successivamente nel suo moto annuo, contato dall'intersezione d'ariete; ed in fine sieno PSG, PS' G''. BS'' G'', PG''' S''' quattro cerchi di declinazioni, che passano pel sole, supposto ritrovansi successivamente ne'quattro enunciati punti.

Or trovandosi il sole in S, si avrà il triangolo sferico BGS, rettangolo in G, nel quale l'angolo GBS dinota l'obbliquità dell'eclitica, che è di 23°. 28', il lato GS esprime la declinazione del sole, ottenuta per mezzo dell'osservazione, e BG rappresenta nella specie l'ascensione retta del medesimo astro: Quindi

$$R : \text{Tang } B :: \text{sen } GB : \text{tang } GS$$

e permutando

$$R : \text{sen } GB :: \text{tang } B : \text{tang } GS$$

ovvero

$$\text{Tang. } B : \text{tang. } GS :: R : \text{sen } GB.$$

Nell'istesso modo si dimostra che la medesima analogia avrà luogo negli altri triangoli che risultano nelle altre posizioni, nelle quali abbiamo supposto trovarsi il sole.

402. Della semplice ispezione della figura in esame, si rileva che nel solo caso in cui il sole si ritrova in S, cioè nel primo quadrante dell'eclitica, il valore esprimente l'arco BG, dinoterà appunto l'ascensione retta cercata, e per li rimanenti tre casi debbasi riflettere che,

1°. Essendo il sole in S', si ritrova nel secondo quadrante dell'eclitica, tra F e B', cioè tra il solstizio di estate ed il punto equinoziale d'autunno, e perciò corrisponder debba al punto G' dell'equatore, fra Q e B'; conseguentemente l'ascensione retta è maggiore di 90°, ed è minore di 180°: quindi pel caso della risoluzione del triangolo G' B' S', determinato che sarà il valore di G' B', si avrà l'ascensione retta del sole $= 180° - B' G'$.

2°. Essendo il sole in S'', si ritrova nel terzo quadrante dell'eclitica fra B' ed A, cioè tra il punto equinoziale d'autunno, ed il solstizio di inverno, e sull'equatore corrisponder debba al punto G'', cioè tra B' ed E; perciò l'ascensione retta è maggiore di 180°, ed è minore di 270°; quindi pel caso della risoluzione del triangolo B' G'' S'', dopo determinato B' G'', si avrà l'ascensione retta $= 180 + B' G''$.

3°. In fine essendo il sole in S''', si ritrova nel quarto quadrante dell'eclitica, tra i punti A e B, cioè fra il solstizio d'inverno, e l'intersezione d'ariete; e sull'equatore corrisponder debba al punto G'''; perciò l'ascensione retta del sole sarà maggiore di 270°, e minore di 360°: quindi nel caso della risoluzione del triangolo BG''' S''', determinato che sarà BG''', si avrà l'ascensione retta $= 360° - BG'''$.

Esempio I.

In un giorno del mese di maggio, si è ottenuta per mezzo dell'osservazione la declinazione del sole di 17°. 43' N. Si domanda l'ascensione retta del sole

Si determini BG:

Tang 23°. 28': tang: 17°. 43' :: R: sen BG.

log: tang: di 17°. 43'+R.	=	19. 50442
log: tang: di 23°. 28	= —	9. 63761
log: sen: di 47°, 23'	=	9. 86681

Dunque l'ascens: retta $= 47°, 23'$

Esempio II.

In un giorno del mese di agosto, si è determinata per mezzo dell'osservazione la declinazione del sole di 13°. 24' N. Si domanda l'ascensione retta del sole.

Si determini B′ G′.

Tang 23°.28′ tang 13° 24′::R : sen B′ G′
log: tang: 13°. 24′+R . . . . = 19. 37700
log: tang: 23. 28. . . . . = — 9. 63761

log: sen di 33, 17. . . . . = 9. 73939
Dunque B′ G′ = 33°. 17′
\+ 90.

Ascens: retta cercata . . = 123. 17

Esempio III.

In un giorno di novembre, si è determinata la declinazione del sole di 17°. 53′ S, per mezzo dell' osservazione, si domanda l' ascensione retta del sole.

Tang 23°. 28′ : tan 17°. 53′::R : san B′ G″
log: tang: 17°.53′+R . . . . = 19.. 50876
log: tang: 23. 28 . . . . = — 9. 63761.

log: seno di 48°. 1′. 20″ . . . . = 9. 87115.
Dunque B′ G′ = 48°.1′.20″
\+180.

Ascens: retta. . . . . . 228: 1. 20″

Esempio IV.

In un giorno del mese di febbrajo per mezzo dell' osservazione si è determinata la declinazione del sole di 15°. 19′ S. Si domanda l'ascensione retta del sole.

Si determini BG‴

Tang 23°. 28′ : tang 15°. 19′::R : sen BG‴
log: tang: 15°. 19′+R . . . . = 19. 43756.
log: tang: 23. 28 . . . . = — 9. 63761.

log: sen di 39. 7 . . . . = 9. 79995.
Dunque BG‴. . . . . = 39° 07′
. . . . Tolta da 360.

Ascens: retta. . . . . = 320 53

403. Per determinare l'ascensione retta di qualunque astro, fuorchè il sole; volendo ricorrere alle osservazioni, si procede nel seguente modo.

Primo. Coll'ajuto d'analogo istrumento nel modo che a suo luogo verrà indicato, si osserva il passaggio che l'astro proposto pel meridiano; e col soccorso d'un orologio ben regolato si marca l'ora di tale passaggio, che si riduce in tempo astronomico (366).

Secondo. Si aggiunge l'ora in tempo astronomico di tale passaggio all'ascensione retta del sole, che ha nel medesimo istante, dopo averla ridotta in tempo. La somma che ne risulterà, sarà l'ascensione retta cercata in tempo, se è minore di ore 24; ma se tale somma risultasse maggiore di ore 24, nell'ultimo caso, si tolgono le 24 ore dalla somma ottenuta, ed il residuo dinoterà l'ascensione retta in tempo dell'astro in parola.

Terzo. Infine si riduce in gradi la determinata ascensione retta dell'astro in tempo, e si avrà l'ascensione retta cercata.

Di fatti rappresenti NEMQ l'equatore (fig. 27), NPM il meridiano del luogo, P il polo elevato, KSS'K il parallelo del sole, GHLG il parallelo di una qualsiasi stella G. Sia E il punto equinoziale di primavera, ed ERN la direzione da occidente in oriente, nel di cui senso si contano le ascensioni rette. Or supponendo il sole in S, allorchè la stella G passa pel meridiano MN, si comprende con facilità che l'ascensione retta EN della stella proposta è uguale alla somma di ER ascensione retta del sole più RN, misura dell'angolo orario del sole, cioè più l'ora del giorno in tempo astronomico dell'istante in cui la stella passa pel meridiano.

Supponendosi poi il sole in S', allorchè la stella G passa pel meridiano NM, lo è pur chiaro che aggiungendo l'ora astronomica ridotta in gradi, espressa da NEMO, che si conta nell'istante del proposto passaggio, all'ascensione retta del sole ENO, si avrà la somma di tali quantità $=$ NEMO$+$ENO$=$NEMON$+$EN$=24^{or}+$EN ascensione retta della stella in G; e quindi tolte 24^{or} da siffatta somma, si avrà per residuo EN dinotante l'ascensione retta cercata.

Esempio I.

Posto essere l'ascensione retta del sole di 57°. 30', nel mentre la stella X passa pel nostro meridiano, e l'orologio segna le ore 7. 13'. 18'' della sera. Si domanda l'ascensione retta della stella proposta.

Ascens: retta del sole 57°. 30'	=	3^{or} 50'
Ora del passag: pel merid:	=+	7. 13. 18''
Ascens: retta della stel. = 265°. 19'. 30''	=	11. 03, 18

Esempio II.

Si domanda l'ascensione retta della stella G, che si è osservata passare pel meridiano, mentre l'orologio segnava le ore 5. 57′ del mattino, e l'ascensione retta del sole era di 197°. 38′.

Ascens: retta del sole . . . . . = 197°. 2e′ = 13^{or}. 9′. 28″
Ora del passag: pel merid:. . . . . = 17. 57.

Som. = 31. 06. 28.
— 24.

Ascens: retta della stella . . . . = 7. 06. 28,
che in gradi formano 106°. 37′.

404. Conoscendosi, l'ascensione retta d'una stella, si può determinare l'ascensione retta d'un'altra stella, posta in un cerchio di declinazione diverso da quello della prima, allorchè è nota si l'ora del passaggio pel meridiano del luogo della prima stella, che l'ora del passaggio pel meridiano della seconda stella, poichè la differenza de'tempi di tali passaggi ridotta in gradi, contando per ogni ora 15°. 2′. 27″, 8, darà la differenza delle ascensioni rette delle due stelle; quindi nel caso che la seconda stella trovasi ad oriente della prima, si aggiungerà la suddetta differenza all'ascensione retta della prima stella, e si avrà dalla somma l'ascensione retta cercata per la seconda; e se questa trovasi ad occidente della prima, si toglierà la medesima differenza dall'ascensione retta della prima stella, e dal residuo si otterrà l'ascensione retta cercata per la seconda stella. Il fondamento della esposta regola è il seguente.

Per le stelle situate in differenti cerchi di declinazione, quella che trovasi ad oriente ha un'ascensione retta maggiore di quella che giace ad occidente (62). Inoltre la differenza de'tempi de'due passaggi delle due stelle per l'istesso meridiano, dinota l'arco dell'equatore interposto fra i due cerchi di declinazione delle stelle proposte. Ed in fine la stella fà la sua rivoluzione diurna in ore solari 23. 56′. 04″, dimodochè per ogni ora solare vi corrispondono 15°. 2′. 27″, 8 del cerchio che si descrive dalla stella (376). È manifesto che risulta da tali principj la veracità della regola stabilita.

Esempio.

Pongasi che la stella A abbia l'ascensione retta di 134°. 28′, e che la medesima sia passata pel meridiano del luogo alle 4^{or}. 27′ del mattino, e suppongasi che la stella B abbia fatto passaggio pel medesimo

meridiano alle 5^{or}. 48' del mattino dello stesso giorno; si domanda l'ascensione retta della stella B.

Tempo del passag: pel merid. della stella A = — 4^{or}. 27'
Tempo del passag: pel merid. della stella B = 5 . 48'

Differenza de'tempi . . . . = 1 . 21'

Si riduce in gradi la differenza de'tempi

$1^{or} : 1^{or}. 21' :: 15^{o}. 2'. 27'',8 : X = 20^{o}. 18'. 19'', 3,$

o . . . . 60' : 81' :: 54147,8 : X

Si conchiude per l'ascensione retta della stella B, che giace ad Est di A.

Ascens: retta della stella A. . . . . = $134^{o}.28'$.
Diff: de'tempi de' due passag. . . = + 20. 18. 19'', 5.

Ascens: retta cercata per B. . . . . = 154. 46. 29, 5.

405. Nota che sarà la posizione d'un astro per rapporto all'equatore, cioè conosciute che saranno la declinazione, e l'ascensione retta dell'astro, si potranno facilmente determinare la latitudine, e la longitudine del medesimo astro, cioè la sua posizione per rapporto all'eclittica; e reciprocamente, come meglio verrà dimostrato ne' numeri seguenti.

406. Se l'astro di cui si tratta è il sole, siccome questo non esce affatto dal piano dell'eclittica, così la sua latitudine è sempre zero; e perciò la quistione in proposito si ridurrà alla determinazione della sua longitudine, e ciò si avrà colla risoluzione d'un triangolo sferico rettangolo come B*i* S (fig. 24), ove l'angolo in B è di $23^{o}. 28'$, il lato BS dinota la longitudine del sole, B*i* la sua ascensione retta, ed *i* S la declinazione; quindi nota che sarà una delle indicate ultime tre quantità, si potranno col calcolo trigonometrico determinare le longitudini del sole.

407. Si avverte in tanto che la longitudine, e l'ascensione retta sono sempre della stessa specie, cioè se l'una è minore di 90^{o}, o pure maggiore di arco di quadrante e minore di 180^{o}, anche l'altra sarà parimenti minore di 90^{o}, o maggiore di 90^{o} e minore di 180^{o}; e così per le posizioni in cui il sole si ritroverà ne'due rimanenti quadranti dell'eclittica. A maggior schiarimento si riportano le risoluzioni de'seguenti problemi.

PROBLEMA PRIMO.

408. Data l'ascensione retta del sole, determinare la longitudine e la declinazione del medesimo.

Esempio.

Sia l'ascensione retta del sole di 58°. 38'. Si domanda la longitudine e la declinazione del medesimo.

Per aversi la longitudine.

cos: 23°. 28' : R :: tang. 58°. 38' : tang. BS
Log. tang 58°. 38'+R . . . . . . = 20. 21495
Log. cos: di 23°. 28' . . . . =— 9. 96251

Log. tang. di 60° 47', 12'' . . . . . . = 10. 25244

Dunque la long. del sole . . . . . = 60°. 47'. 12''

Calcolo per la declinazione

R : tang. 23°. 28' :: sen 58°. 38' : tang. declinazione.
Log. tang 23°. 28'. . . . . . . = 9. 63761
Log. sen: 58°. 38'. . . . . . . =+ 9. 93138

Somma . . . . = 19. 86899
Log. Raggio. . . . . =— 10. 00000

Log tang 20°, 20'. 21''. . . . . . = 9. 86899

Dunque la declinazione del sole = 20°. 20'. 21''

Data la longitudine del sole di 148°, 25' si vuole determinare l'ascenzione retta, e la declinazione del sole.

Calcolo per la declinazione.

R : sen 23°. 28' :: sen 148°. 25' : sen declinazione
Log. sen 23°. 28' . . . . . . = 9. 60012.
Log. sen 31. 35 . . . . . . =+ 9. 71911.

Log. sen 12. 2. 16—10 . . = 9. 31923.

Dunque la declinazione del sole = 12°. 2'. 16'' N.

Calcolo per l'ascensione retta.

R : cos 23°. 28' :: tang 148°. 25' : tang x

Log cos 23°. 28' + log tang 148°. 25' =	19. 75125
Log. . . . . = —	10. 00000
Log. tang. 29°. 25' 22". . . . . =	9. 75125
Arco corrispond.	29°. 25'. 22"
Tolto da . . . . =	360.
Ascens . . . . =	330. 34. 38

PROBLEMA SECONDO.

410. Data la declinazione del sole, determinare la longitudine del medesimo, nonchè l'ascensione retta dello stesso.

Suppongasi essere nel dì 8 gennajo la declinazione del sole di 22°. 20'. 30". Si domanda la longitudine e l'ascensione retta del sole.

Pel calcolo della longitudine

Sen 23°. 28' : Sen 22°. 20'. 30" :: R : Sen BS.

Log sen 22°. 20' 30" + R . . . . . . =	19. 57994
Log sen 23. 28. . . . . = —	9. 60012
Log sen di 72°. 39' 45". . . . . . . =	9. 97982
Arco corrispond. . . . . =	72°. 39' 45"
Tolto da.	360.
Long. cercata del sole. . . . . =	287. 20. 15

Pel calcolo dell'ascensione retta.

Tang 23°. 28' : R :: tang 22°. 20'. 30" : sen Bi.

Log tang 22°. 20'. 30" + R . . . . =	19. 61372
Log tang di 23°. 28' . . . . = —	9. 63761
Log seno di 71°. 17'. 30". . . . . =	9. 97611
Arco corrisp.	71°. 10'
Tolto da.	360.
Ascens. retta dal sole	288. 50

411. Se poi si conosce la posizione d'un astro qualunque, per rapporto all'equatore, escluso il sole; puolsi determinare la posizione di tale astro anche per rapporto all'eclittica, cioè si potrà ottenere la latitudine, e la longitudine dell' astro medesimo per mezzo della risoluzione d' un triangolo sferico obbliquangolo, nel quale vi sono noti due lati, e l'angolo compreso. Di fatti (fig. 28) sia EAQCPN il colure de' solstizii, EBQB' l' equatore celeste, P il polo nord, ABCB' l' eclittica, N uno de' suoi poli, B l' intersezione d' ariete, B' l' intersezione di libra, ed S un astro qualunque, all' infuori del sole, posto nell' emisfero boreale; e per tale astro si fan passare, il cerchio di declinazione PSD, ed il cerchio di latitudine NSF.

È manifesto che dell'astro S, dinoteranno DS la sua declinazione, SF la sua latitudine, e BD la sua ascensione retta; conseguentemente ED è uguale $BD+90°$.

Or noti che saranno dell' astro proposto si la declinazione, che l' ascensione retta, ne deriva che del triangolo sferico obbliquangolo NPS saranno noti $NP=QC$ di 23°. 28', PS la distanza polare, e l'angolo in P da essi compreso, il quale sarà di tanti gradi, di quanti ne contiene ED che lo misura. Quindi col calcolo trigonometrico si potranno determinare si l'angolo PNS, che il lato NS; e nella specie del caso proposto, determinato l' angolo in N, perchè questo è misurato dall'arco FC, si avrà la longitudine cercata dell'astro $=BC-FC=90°-FC=BF$; ed ottenuto il valore del lato NS, si avrà la latitudine dell' astro stesso $=NF-NS=90°-NS=SF$.

Viceversa.

412. Se sono note poi la latitudine e la longitudine dell' astro, siccome nel triangolo NPS, è noto sempre NP, e noti che saranno il lato NS, perchè nella specie è complemento di SF, ed inoltre l'angolo in N per essere misurato dall' arco $FC=90°-BF$ longitudine dell' astro anche dato, si potranno col calcolo trigonometrico determinare si l'angolo NPS, che il lato PS; e quindi si l'ascensione retta, che la declinazione dell' astro.

413. Si avverte che secondo varia la posizione dell' astro S, sia che si riferisca all'equatore, sia che si rapporta all'eclittica, e ciò relativamente ai quattro quadranti dell' uno, e dell' altro de' due mentovati cerchi massimi, ne' quali rimangono questi divisi da' quattro coluri, così cambia il modo di conchiudere per la latitudine e per la longitudine dell'astro, dopo che saranno stati determinati col calcolo trigonometrico l'angolo N, ed il lato NS, o l'angolo P, ed il lato PS del triangolo sferico obbliquangolo PNS.

414. L' esame ulteriore dell' articolo trattato ne' tre numeri precedenti, sarebbe estraneo all' astronomia nautica; e crediamo averne parlato a sufficienza, onde intendere il metodo da tenersi per ottenere gli elementi coll'ajuto del calcolo, necessarii a determinare la posizione d'un astro si per rapporto all'equatore, che per rapporto all' eclittica.

415. Le latitudini, le longitudini, le declinazioni, e le ascensioni rette, che si ottengono per mezzo del calcolo han bisogno di rimarchevoli correzioni; e ciò per le variazioni prodotte a siffatti elementi dalla precessione equinoziale, e dalla nutazione, nonchè dalle abberrazioni in ordine alle sole stelle. L'astronomia però somministra metodi diretti ad eseguire le cennate correzioni, ma il procedimento da tenersi è lungo, e laborioso. Gli astronomi per comodo degli osservatori formano per tutt' i tempi delle tavole, coll' ajuto delle quali si ottengono con esattezza i suddetti elementi, ed altri parimenti necessarii. I marini che hanno poco tempo da perdere in astrazioni teoriche, con molto buon senno ricorrono piuttosto alle tavole astronomiche, che al calcolo, avvalendosi in preferenza delle tavole della conoscenza de' tempi, che pubblicate dal burò di longitudine in Parigi, sono queste le più accreditate per la esattezza; quindi è che noi a suo luogo ci occuperemo di proposito del maneggio di tali tavole.

SEZIONE II.

Del modo di determinare la posizione d'un astro per rapporto all'orizzonte.

§. I.

INTRODUZIONE.

416. La posizione dell' astro posto nell'emisfero visibile, per rapporto all'orizzonte, si determina per mezzo dell'altezza, e dell'azimutto dell' astro (76).

417. Or per intendere il mezzo da usare per ottenere l'altezza d'un astro, immaginiamo l' osservatore nel centro della terra, e che dal suo occhio partano due linee rette, tirate nel piano del verticale dell'astro, una che giunge al centro dell'astro stesso, e l'altra che arriva nell' intersezione del verticale suddetto coll' orizzonte astronomico. È manifesto che l' angolo formato dalle supposte linee rette, esprimerà la distanza angolare dell'astro dall'orizzonte astronomico, cioè l'altezza di tale astro. Immaginiamo inoltre applicarsi un settore circolare col centro nell' occhio dell' osservatore, da dove partano le supposte linee rette, e coi raggi che coincidano co' lati dell' indicato angolo, esprimente l' altezza dell' astro; è cosa manifesta che l' arco di tale settore sarà la misura della distanza angolare dell' astro dall' orizzonte razionale.

418. Per supplire alle condizioni impossibili ad effettuare la misura dell' altezza col metodo supposto nel numero precedente, hanno gli astronomi inventati molti strumenti, o da tenersi fissi in un luogo, o portatili e maneggiabili nell' uso. Di tali strumenti, i più comodi a mare, ed i più esatti ne' risultamenti, sono gli strumenti a riflessione,

cioè l'*ottanta*, il *sestante*, ed il *cerchio di riflessione*, o di *Bordà*. La costruzione, e l'uso de'cennati strumenti rinvengono norma, e fondamento, in alcuni principii di *Ottica*, di *Diottrica* e di *Catottrica*, che saranno esposti perquanto il bisogno della buona intelligenza il richiede.

419. Attesa la piccolezza del raggio terrrestre in paragone dell'immensa distanza degli astri dalla terra, è indifferente che negli usi degli strumenti astronomici, l'osservatore situato sulla superficie della terra, rapporta l'astro all'orizzonte fisico.

420. Progressivamente si conoscerà che la distanza angolare dell'astro dall'orizzonte, misurata con uno de'suddetti strumenti a riflessione, ha bisogno di quattro correzioni, e sono il semidiametro dell'astro, l'inclinazione o depressione orizzontale, la rifrazione, e la parallasse, come meglio verranno spiegate ne'paragrafi rispettivi.

421. Ne'luoghi della terra ove il perimetro dell'orizzonte vero trovasi ingombrato da preeminenze o coste vicine, suole adoprarsi con molto buon successo, l'*orizzonte artificiale*, e di questo ultimo istrumento se ne terrà discorso nell' ultimo paragrafo della presente sezione, onde il navigatore abbia in ogni eventualità mezzi sufficienti a soccorrere la bisogna.

§. II.

Nozioni e teoriche preliminari alla intelligenza della costruzione, e dell'uso degli strumenti a riflessione, destinati a misurare la distanza angolare fra due oggetti.

422. *La luce* è quella sostanza sottilissima, emanata dal corpo luminoso, mediante la quale vediamo gli oggetti materiali.

423. Chiamasi *corpo luminoso*, quello che intorno a se sparge una luce sua propria. Dicesi corpo *opaco*, quello la di cui superficie fa ribalzare indietro la luce che in esso s'imbatte. Finalmente si denomina *corpo diafano* o *trasparente*, quello che può essere penetrato da una porzione della luce che cade sulla sua superficie.

424. Lo spazio vôto, ed ogni corpo trasparente dicesi *mezzo*, e questo si dirà più *raro*, o più *denso*, secondochè la luce nell'attraversarlo vi rinviene minori, o maggiori ostacoli a superare per penetrarvi.

425. La luce siegue un movimento rettilineo, allorchè non cambia di mezzo, tanto se vien vibrata dal corpo luminoso, quanto se vien riflessa dal corpo illuminato. Di fatti noi non vediamo un punto d'un oggetto, se la retta congiungente tale punto ed il nostro occhio, è intercetto da un corpo non trasparente.

426. La luce perde parte della sua sostanza nel passare per un corpo trasparente. Di fatti una stanza che riceve luce da un finestrino chiuso a vetro, è meno illuminata che quando riceve luce dal finestrino aperto.

427. Qualora un raggio di luce trascorre un mezzo qualunque, ed incontra perpendicolarmente la superficie d'un altro mezzo, non viene

per poco deviata la sua direzione nel proseguire il suo rapido cammino; ma verificandosi l' incontro obbliquamente alla superficie dell' altro mezzo, la direzione del raggio di luce in parola, si piegherà, facendo colla superficie un'angolo, i di cui lati sono nel piano che passa pel proposto raggio di luce, e per la perpendicolare menata dall' oggetto luminoso sulla superficie del secondo mezzo (a).

428. Il divisato deviamento di sentiere che la luce soffre nel passare obbliquamente da un mezzo in un altro, sia questo più denso, sia più raro di quello, dicesi *rifrazione*. Di tale fenomeno se ne terrà più circostanziato discorso, allorchè prenderemo in esame gli effetti della rifrazione che i raggi solari soffrono nel passare per l' atmosfera.

429. I raggi di luce che cadono in direzioni parallele su di una superficie di un mezzo qualunque, penetrano tale mezzo anche per direzioni parallele. Poichè tali raggi di luce, o cadono perpendicolarmente, o s'imbattono obbliquamente nell' altro mezzo; nel primo caso non alterandosi punto le loro direzioni; serberanno sempre il parallelismo, e nel secondo caso penetrando l' altro mezzo, e verificandosi in essi la medesima rifrazione nello scorrere il secondo mezzo colla stessa obbliquità; è manifesto che anche nella seconda direzione debbono conservare il parallelismo.

430. Un corpo non luminoso per rendersi visibile, è necessario che almeno una porzione di luce che in esso s'imbatte, ribalza, e colpisce gli occhi nostri. In tal rincontro il raggio di luce che cade sulla superficie del corpo da esso illuminato, dicesi raggio *incidente*, quello che ribalza dal corpo illuminato, e colpisce i nostri occhi, chiamasi raggio *riflesso*; la superficie dell'ultimo corpo dicesi *superficie riflettente*; la perpendicolare che dal corpo luminoso si abbassa sulla superficie riflettente, dicesi *cateto* d' *incidenza*. L'angolo che il raggio incidente forma colla sezione che si ha con l' intersegamento del piano che passa pel raggio incidente, e pel cateto d' incidenza, colla superficie riflettente, dicesi *angolo d' incidenza*; e l'angolo formato dal raggio riflesso con la sezione formata (come si è detto) nella superficie riflettente, chiamasi *angolo di riflessione*.

431. Allorchè un raggio di luce cade su di qualunque superficie riflettente, si ha costantemente che gli angoli d' incidenza, e di riflessione sono tra essi eguali; ed i medesimi esistono nel piano, che passa anche pel cateto d'incidenza che incontra ad angoli retti la superficie riflettente. Tale proprietà, che forma la legge fondamentale della *catottrica*, risulta palpabile dalla esperienza, ma finora non abbiamo conoscenze

(a) Il raggio di luce che da un mezzo passa in un altro, dicesi *Raggio d' incidenza*. La superficie che separa i due mezzi diversi chiamasi *Superficie rifrangente*. Dicesi *Angolo d'incidenza*, quello formato dal raggio di luce, e dalla perpendicolare alla superficie che separa i due mezzi. Chiamasi *Angolo di Rifrazione*, quello ch'è contenuto dal prolungamento di tale perpendicolare, e dalla novella direzione del raggio di luce. L' esperienza dimostra che il rapporto del seno dell' angolo d' incideoza al seno dell' angolo di rifrazione è una quantità costante.

positive della causa che la produce: molti l'hanno attribuita ad una causale totalmente meccanica, supponendo le particelle luminose di forma glubolosa perfettamente elastica; ed altri con maggior ragionevolezza hanno creduto spiegarla colla teoria delle ondolazioni, ma dall'uno, e dall'altro sistema si presentano delle difficoltà che non sembrano pertinenti alla scienza del pilotaggio. Giova a noi però confermarci sulla certezza della esposta proprietà; e per riescirci si propone la seguente semplicissima esperienza.

Si faccia penetrare in una camera oscura un raggio di luce per mezzo di una piccola apertura, ed in modo che cade obbliquamente su d'uno specchio piano, posto sul pavimento della stanza. Eseguito ciò, si vedrà la luce riflessa in un punto della stanza, e suppongasi nel punto A della figura 29, ove dinotano B l'apertura della stanza oscura, FE lo specchio piano, BI il raggio incidente, I il punto d'incidenza, ed IA il raggio riflesso. Or se dal punto I s'innalzi sullo specchio la perpendicolare IH, si avrà sempre dall'esperienza l'angolo AIH$=$BIH, e perciò AIF$=$BIE perchè complementi de'primi; ed inoltre facendo passare un piano per le rette IH, ed IB; si osserverà in tale esperienza giacere anche in questo piano la retta IA.

432. Chiamasi *specchio*, qualunque superficie ben levicata, dalla quale la maggior parte de' raggi di luce che vi cadono, ne vien ribalzata per riflessione. I migliori specchi si formano di metallo ben levicato, dando la preferenza alla platina, o al cristallo amalgato nella faccia posteriore da fogli di stagno, o di mercurio, o di zinco e mercurio.

433. Per quanto ben preparata sia la superficie d'uno specchio, onde agevolarne la riflessione, la luce che vi cade, non lascia di dividersi in tre parti, delle quali la prima è quella che si riflette con la suddetta legge dimostrataci dall'esperienza, che l'angolo d'incidenza è eguale all'angolo di riflessione; la seconda è quella che vien ribalzata dalla scabrosità della supreficie riflettente, e si sparge per diverse direzioni, per mezzo della quale si può raffigurare il corpo da quei punti che non sono allogati nel raggio riflesso della prima parte; ed in fine quella che si spande, e si estingue nel corpo su di cui cade, come lo comprova fra l'altro il calore che in esso produce.

434. Quindi è che quanto più levicata sia la superficie d'uno specchio, tanto maggiore è la prima delle divisate tre porzioni di luce, che cade sullo specchio. Ed inoltre si ricava che le facce opposte dei specchi debbono essere parallele, onde i raggi riflessi, dall'una, e dall'altra faccia sieno pure paralleli; poichè è manifesto che se le facce opposte non sono parallele, ed in conseguenza neppure paralleli i raggi riflessi da esse, ne succederebbe, che l'immagine dell'oggetto luminoso, o illuminato si vedrebbe duplicata, o per lo meno non ben conformata all'oggetto che raffigura.

435. Sotto la voce *fuoco* intenderemo quel punto verso cui divergono i raggi di luce, dopo una, o più rifrazione, o riflessione.

436. Dicesi *lente* un pezzo di cristallo, o di altro corpo trasparente,

le di cui facce opposte sono due piccole porzioni di superficie sferiche, o almeno una di esse è tale, mentre l' altra è una superficie piana.

437. Una lente si dirà *convessa convessa*, *o concava concava*, secondochè le due superficie sferiche che la terminano sono entrambi convesse, o entrambi concave; e si dirà *piana convessa*, o *piana concava*, allorchè viene terminata da una superficie piana da una parte, e dall' altra da una superficie convessa, o da una superficie concava.

438. Di una lente dicesi *Asse* quella retta perpendicolare alle due superficie che ne determinano la specie. Quindi per le lenti terminate da superficie entrambi sferiche, prolungandosi l'asse passerebbe questo per lo centro delle sfere, alle quali appartengono tali superficie; e per le lenti terminate da una superficie piana, e da una superficie sferica, l'asse si ritrova nella retta che dal centro della sfera, a cui appartiene la superficie sferica, si tira perpendicolarmente sulla superficie piana che la termina dall'altra parte.

439. Se più raggi di luce cadono sulla superficie di una lente convessa convessa, o piana convessa per direzioni parallele all'asse di essa, come si possono supporre i raggi di luce, tramandatici dagli astri; tali raggi dopo aver sofferte due rifrazioni, una nell'entrare, e l'altra nel sortire dalla lente, vanno a convergersi in un punto dell' asse prolungato, come si dimostra nella Diottrica. Il punto disegnato, cioè quello ove i raggi convengono, forma il fuoco de' medesimi raggi; e trovasi allogato tanto distante dal vertice dell'asse della lente, di quanto è approssimativamente il diametro della sfera, di cui la medesima lente è segmento.

440. Ogni lente piana convessa, o convessa convessa nel suo fuoco forma rovesciata l'immagine di qualsisia oggetto che trovasi di riscontro ad essa; e la interposizione di simile lente fa ravvisare le immagini degli oggetti più grandi, e più distinte di quella come appariscono ad occhio nudo; mentre la interposizione delle lenti piane concave, o concave concave, fan ravvisare le immagini più piccole, e più vicine, ed in conseguenza più distinte.

441. Dicesi *microscopio* ogni strumento, coll'ajuto del quale si possono chiaramente raffigurare ingrandite, e distinte le parti d'un oggetto qualunque, non escluse quelle che per la loro picciolezza non si ravvisano ad occhio nudo. I microscopii si dicono diottrici, se consistono in una sola lente convessa, o in due di simili lenti, ed essi nel primo caso si dicono semplici, e nel secondo composti.

442. Il cannocchiale ordinario, o comune che porta il nome di *telescopio Galileano* consiste in un tubo cilindrico della figura d'un cono troncato, nelle di cui basi vi sono due lenti convesse convesse, delle quali la base minore è la parte oculare, cioè quella ove si applica l'occhio, e la maggior è l' oggettiva, cioè quella per ove si traguarda l'oggetto; ed inoltre nella parte media interna vi è un tubetto anche cilindrico che ha nella base una lente concava concava. Coll'ajuto di

tale cannocchiale gli oggetti si ravvisano come naturalmente giaciono, più grandi e più chiari; ma se tale istrumento è sfornito della intermedia lente concava concava, per tale mancanza gli oggetti traguardati col suo ajuto si ravvisano parimenti chiari, ed ingranditi, ma rovesciati.

443. Lo spazio che si osserva a traverso d'un microscopio, o traguardato con un cannocchiale dicesi *campo del microscopio*, o del *cannocchiale*; ed il diametro di siffatto campo, è la base dell'angolo sotto il quale si vede il disegnato spazio ad occhio nudo.

444. Premesse tali nozioni, passiamo alle teorie di catottrica che riguardano da vicino i principii più rilevanti, su de' quali riposano la costruzione, e l'uso degl'istrumenti a riflessione.

445. Dimostrato l'angolo d'incidenza eguale all'angolo di riflessione (431), supposto essere A (fig. 30) un oggetto qualunque, GL uno specchio, AB il raggio d'incidenza, e BC il raggio riflesso; e supposto inoltre che il raggio riflesso incontri l'altro specchio DE; si avrà che questo raggio riflettendosi di nuovo prende la direzione CO, in modo che l'angolo d'incidenza BCP sia uguale all'angolo di riflessione OCR, supposto essere PR la sezione dello specchio DE col piano perpendicolare al medesimo specchio che passa per la retta BC; quindi è che trovandosi l'osservatore coll'occhio in O, nel ricevere l'impressione del raggio CO ravviserà l'immagine dell'oggetto A, nel prolungamento di OC, cioè vedrà tale immagine nel punto C dello specchio DE; e se tale specchio è amalgamato nella parte CR, ed è trasparente nell'altra parte CP, l'osservatore ravviserà l'oggetto dietro lo specchio DE nel punto H.

446. Se due specchi GL, e DE sono paralleli, saranno il primo raggio incidente, ed il secondo raggio riflesso CO, collocati nel piano stesso perpendicolare a' due specchi, ed inoltre tali raggi saranno paralleli tra essi.

Poichè il piano ABC è perpendicolare allo specchio GL (431), ed il piano BCO per essere perpendicolare allo specchio DE, sarà pure perpendicolare allo specchio GL: dunque i due piani ABC, e BCO sono entrambi perpendicolari al medesimo piano GL. Or se dal medesimo punto C s'innalzi la Cy perpendicolare allo specchio DE, sarà la Cy pure perpendicolare allo specchio GL; e giacerà sì nel piano ABC, che nell'altro OCB (431). Quindi i due piani ABC, e BCO formano un medesimo piano con quello ove giace la Cy. In secondo luogo essendo lo specchio GL, parallelo allo specchio DE, e venendo questi intersecati dal piano dove sono gli angoli ABC, e BCO, ne risulta chiaro essere la sezione MN parallela all'altra sezione PR; e venendo tali parallele MN, e PR intersegate dalla terza BC, si avranno

$$MBC = BCR.$$
$$NBC = BCP.$$

E sono pel num°. (431).

$$ABM = NBC.$$
$$BCP = OCR.$$
Sarà . . . $MBC - ABM = BCR - OCR.$
ovvero . . . . $ABC = BCO$;

e per essere alterni gli ultimi angoli, ne risulta AB parallela ad OC.

447. Se i due raggi AB, ed OC sono paralleli, saranno pure paralleli i due specchi GL, e DE.

Poichè gli angoli ABC, e BCO sono nel medesimo piano delle parallele AB, e CO; ed inoltre trovandosi il piano ABC nel piano perpendicolare allo specchio GL, ed il piano BCO nel piano perpendicolare allo specchio DE, ne risulta essere il piano delle parallele perpendicolare a'due specchi. Or ciò posto, essendo

$$ABC = BCO;$$
$$ABC = 180^\circ - 2\ NBC,$$
$$BCO = 180^\circ - 2\ BCP;$$
Sarà $NBC = BCP.$

Laonde $NBC + BCY = BCP + BCY = 90^\circ$, per essere Cy perpendicolare al piano DE; e perciò è retto l'angolo CyB.

Adunque la retta CY, che trovasi nel piano BCO, perpendicolare allo specchio GL, è pure perpendicolare alla comune sezione MN di tale specchio, e dell'ultimo indicato piano; e perciò è perpendicolare allo specchio GL; ed è per costruzione perpendicolare benanche allo specchio DE; dunque la retta Cy è perpendicolare all'uno ed all'altro specchio GL, e DE; e perciò tali specchi sono paralleli.

448. Se da un oggetto luminoso, o illuminato parte un raggio di luce, e questo incidendo su d'uno specchio, ribalza per riflessione; e se si abbassa dall'oggetto proposto una perpendicolare sul medesimo specchio, e poi si distende al di sotto dello specchio stesso fino a che pareggia la distanza che vi è dall'oggetto allo specchio, nel termine di tale prolungamento s'incontrerà il raggio riflesso prodotto al di sotto dello specchio.

Sia BC (fig. 31) lo specchio, ed A l'oggetto dal quale parte il raggio di luce AG, e questo giunto sulla superficie riflettente prende la direzione GO. Dall'oggetto A si abbassi AL perpendicolarmente al proposto specchio, e si distenda al di sotto sino a che LH sia uguale ad LA; si avrà che il raggio riflesso OG s'incontra in H con la AL prolungata.

Suppongasi passare un piano per le rette AG, GO, sarà tale piano perpendicolare allo specchio BC (431).

Se il prolungamento di OG, fatto al di sotto dello specchio BC, non incontra nel punto H la retta AL distesa verso tale punto, dovrà succedere l'incontro de'due prolungamenti necessariamente in un altro punto,

18

e sia questo il punto X. Congiunta GX si avranno i due triangoli ALG, LGX, ne'quali gli angoli in L sono eguali perchè retti, e l'angolo AGL = LGX = OGF; ed inoltre il lato LG è di comune, avranno perciò LX = AL = LH, cioè la parte uguale al tutto: dunque le rette AL, ed OG, prolungate non s'incontrano in X. Similmente si dimostra che molto meno tali prolungamenti s'incontrano in un punto dall'altra parte del punto H; dunque debbono incontrarsi in H.

449. Quindi è che avendosi un oggetto come A, di rincontro ad uno specchio come BC, ed in una data distanza, volendosi determinare la posizione del raggio riflesso, non bisogna far altro che calare dal punto A una retta come AL perpendicolare allo specchio, distenderla fino a che AL sia eguale ad LH, e congiunta HG, prolungarla al di sopra; poichè in tal guisa si avrà la posizione del raggio riflesso OG.

450. Emerge inoltre che tutti i raggi che partono da un punto d'un oggetto, come A, sono riflessi per mezzo dello specchio BC, in modo che prolungati poi al di sotto, passano per H; e conseguentemente se i raggi riflessi vanno a colpire l'occhio dell'osservatore, essi vi penetreranno sino all'organo di visione, come se partissero dal punto H; e la immagine di tale oggetto viene perciò ravvisata nella profondità dello specchio, come di sopra si è avvertito, o si raffigura situata dietro lo stesso, nel caso che sia trasparente, ad una distanza eguale a quella che ha l'oggetto realmente.

451. Se uno specchio giace perpendicolarmente su d'una superficie piana, si osserverà che tale superficie e la sua immagine riflessa per mezzo dello specchio proposto, formano un solo e medesimo piano.

Poichè la perpendicolare che si abbasserebbe da qualunque punto della superficie piana sullo specchio, cadrebbe necessariamente nella sezione de'due piani, e la medesima sarebbe nella totalità giacente nel piano della superficie: ecco come l'immagine d'ogni punto di questa, riflessa per lo specchio, cader deve nel piano della medesima superficie.

452. Se lo specchio giace inclinato sulla superficie piana del lato della faccia riflettente, si osserverà l'immagine della superficie piana più elevata che la superficie stessa.

Poichè la faccia riflettente dello specchio intersegandosi ad angolo acuto con la superficie piana, deve la perpendicolare calata da qualunque punto di questa sullo specchio rimanere elevata per rapporto alla stessa superficie piana. Ed ecco come nel caso proposto si osserva l'immagine di ogni qualsiasi punto di tale superficie collocata al di sopra della superficie medesima.

453. Se poi lo specchio giace inclinato sulla superficie piana e pende dal lato della faccia amalgamata, si osserverà in tal caso l'immagine della superficie piana riflessa per lo specchio, meno elevata della superficie stessa.

Poichè la perpendicolare abbassata da un punto qualunque della superficie piana sullo specchio, è evidentemente meno elevata dalla su-

perficie piana in proposito, e perciò l'immagine di qualsiasi punto di questa si osserva nella specie al di sotto del piano della superficie stessa.

Viceversa.

454. Se la superficie piana, e la sua immagine riflessa per uno specchio formano un solo ed un medesimo piano, sarà lo specchio perpendicolare a tale superficie.

Poichè se il proposto specchio non fosse nella specie perpendicolare a tale superficie, l'immagine di questa rimarrebbe al di sopra, o al di sotto della superficie stessa (452) (453): lo che ripugna all'ipotesi.

455. Se l'immagine di una superficie piana, riflessa per uno specchio, si osserva più elevata che la superficie stessa; in tal caso lo specchio giace inclinato alla superficie, e pende dal lato della sua faccia riflettente.

Poichè se lo specchio fosse perpendicolare alla superficie piana, l'immagine di questa dovrebbe osservarsi nel medesimo piano con la superficie medesima (451): e se lo specchio pendesse dal lato della faccia amalgamata, in questo caso l'immagine della superficie si dovrebbe vedere al di sotto della superficie stessa; e l'una, e l'altra supposizione ripugna all'ipotesi.

456. In fine se l'immagine d'una superficie piana riflessa per uno specchio, si osservasse al di sotto della superficie stessa, in quest'ultimo caso lo specchio penderebbe dal lato della sua faccia amalgamata. La dimostrazione risulta chiaramente da' numeri precedenti.

§. III.

Dell' Ottante, e del Sestante.

457. L' *Ottante*, ed il *Sestante* sono due istrumenti a riflessione della stessa costruzione, e si usano nell' istesso modo.

La figura dell' uno, e dell' altro, è quella d' un settore circolare, però quella dell' ottante è l' ottava parte del cerchio, e quella del sestante è la sesta parte del cerchio. Quindi tuttociò che si può dire in ordine alla costruzione, ed al maneggio d' uno, s' intenderà essersi detto per la costruzione, e pel maneggio dell' altro. Noi parleremo della descrizione del sestante; e quanto diremo su tal proposito, si potrà applicare alla descrizione dell' ottante (a).

458. Il Sestante è un settore di cerchio, come si è avvertito, di cui l' arco che lo termina, che dicesi *lembo*, sebbene di 60°, vedesi diviso in 120 mezzi gradi, i quali nell' uso si contano per gradi interi, per lo

(a) Il lembo dell' Ottante è di 45°, ma è diviso in 90 mezzi gradi, che nell' uso si contano per gradi interi, e di questi ciascuno vedesi anche diviso in tre parti eguali che si valutano per 20' l' una.

motivo che sarà dimostrato da qui a poco. Ciascuna di tali parti eguali è suddivisa in tre particelle eguali, ognuna di 10', ma si contano in conseguenza per 20' l' una.

459. La graduazione del lembo vedesi numerata da dritta a sinistra, incominciando da zero, sino al 120°, ed inoltre vedesi divisa di alcuni altri gradi sì a dritta del punto zero, che a sinistra del numero 120. L' arco a sinistra del punto zero suole denominarsi *arco interiore*, o *arco diretto*; e quello che rimane a dritta del medesimo punto suol dirsi *arco esteriore*, o *arco per eccesso*.

460. Una *Linda*, o *Regolo mobile*, che combacia con tutto il piano dell' istrumento, gira in esso intorno al centro, percorrendo tutte le divisioni del lembo con la sua estremità inferiore, ove porta un piccolo arco graduato, concentrico al lembo dell' istrumento formante il limite d' una scala che diecsi *Nonio*, o *Scala di Vernier*; e questa vedesi in un piano inclinato obbliquamente al lembo graduato dell' istrumento. Al di sotto dell' istessa estremità inferiore della linda vi è un ritenitore, il quale senza impedire la linda nel suo movimento tiene costantemente il nonio applicato al lembo dell' istrumento; e lo stesso vedesi munito d' una vite di pressione, destinata a fermare la linda, sempre che si vuole. In fine nella medesima estremità vi è una *vite di richiamo*, che serve a far muovere il regolo lentamente, allorchè si è ben serrata la vite di pressione.

461. Nell' estremità superiore della linda vi è uno specchio amalgamato in tutta la superficie posteriore che prende il nome di *grande specchio*, il quale trovasi posto in una cassettina rettangolare di ottone e fermato sulla linda in modo che la linea dividente per metà la sua faccia riflettente, in direzione perpendicolare al piano dell' istrumento, cada sul centro dell' istrumento, e faccia un angolo di circa 5' con la *linea di fede* che in appresso verrà indicata. Tale specchio è perpendicolare al piano dell' istrumento, si muove con la linda ed è ivi ritenuto da viti disposte che possono servire a rimettere lo specchio nella posizione perpendicolare all' istrumento, nel caso che l' abbia perduta.

462. Sul braccio, o raggio a sinistra dell' istrumento, supposto tenersi questo con la linda di faccia, vi è un altro specchio piano più piccolo del descritto, e porta il nome di *piccolo specchio*, il quale tiene amalgamata la sola metà prossimiore al piano dell' istrumento, mentre l'altra metà è trasparente, in modo da potersi a traverso di essa ravvisare direttamente gli oggetti. Il piccolo specchio riposto in una cassettina di ottone, trovasi montato su d' un cercine di simile metallo, che per mezzo del suo asse puossi far girare a dritta, ed a sinistra. Tale asse vedesi disteso sino alla faccia opposta dell' istrumento, onde coll' azione d' una leva che si fa muovere con l' aiuto di un vitone, possa dare all' indicato specchio il movimento circolare. La posizione del piccolo specchio debba anche essere perpendicolare al piano dell' istrumento, e pel caso in cui lo specchio perde la situazione perpendicolare,

suole per mezzo d' una vite, la di cui testa è al di sotto del braccio del piccolo specchio, o con l'aprirsi, o col serrarsi si dà un movimento ondolatorio allo specchio stesso, sino a che questo si rimette nella sua situazione perpendicolare.

463. Sull'altro braccio dell'istrumento, cioè su quello che rimane a destra, e di fronte al piccolo specchio si trova un cannocchialetto, che rimosso da tale sito, vi si applica un cerchio di ottone bucato con picciolo traguardo: servendosi del cannocchiale debbasi questo situare in modo che il suo asse sia parallelo al piano dell'istrumento, e corrisponda alla linea che separa la parte amalgamata dalla parte trasparente del piccolo specchio. La mira, o traguardo trovasi tanto distante dal piano dell'istrumento, quanto lo è dal piano stesso la linea dividente la parte amalgamata dalla parte trasparente del piccolo specchio.

464. Negli strumenti di antica costruzione non si trova il cannocchiale, ma in vece vi sono due mire, delle quali l'inferiore corrisponde alla linea di separazione della parte amalgamata dalla parte trasparente del piccolo specchio, e la superiore corrisponde direttamente alla parte trasparente. La inferiore di tali mire è quella che si usa ordinariamente; escluso però il caso da doversi osservare un oggetto luminoso, i di cui raggi riflessi dalla parte amalgamata anderebbero per la loro vivacità a percuotere gravemente l'occhio dell'osservatore, poichè in tal caso suole adoprarsi la mira superiore. Quello fra tali due traguardi che non si usa nell'osservazione, sarà otturato per mezzo d'un pezzetto d'ottone, che vi si gira nel di dietro, posto là per tale oggetto.

465. Tra i due specchi, e sul braccio che porta il piccolo vi sono tre vetri colorati, riposti in convenevoli montature di ottone, e disposti in modo da poterli far girare sino a che s'interpongono fra i due specchi, e rimuoverli sempre che si vuole: sono essi fatti in guisa da potersi collocare anche dietro il piccolo specchio, se non vi sono ivi altri tre simili vetri. Siffatti vetri sono essi destinati a temperare l'ardore de'raggi di luce allorchè sono troppo vivaci.

Scala di Vernier.

466. La linea che passa pel centro dell' istrumento, e pel punto zero della *scala di Vernier* dicesi ***Linea di fede***; e perciò il punto zero di essa marcato con una linea più lunga prende nome di ***Indice*** del nonio.

467. Ordinariamente la scala di Vernier è tanto lunga, quanto lo è l'arco del lembo del sestante, contenente 19 delle sue picciole divisioni, ed in conseguenza è di $3^{\circ}.\ 10' = 19 + 10'$.

468. Essa è divisa in 20 parti uguali, e siccome nell'uso ciascuna delle picciole divisioni del lembo, si valuta per 20', così nell'uso stesso si conta ciascuna divisione del nonio per $19' = \frac{19 \times 20}{20}$.

469. Le divisioni del nonio per lo più sono numerate così

20. 15. 10. 5. 0.

470. Or valutandosi nell' uso ciascuna divisione del lembo per 20′, e quella del nonio per 19′, ne risulta che se l'indice coincide con una delle divisioni del lembo, l'ultima di quelle della scala di Vernier coincider debbe altresì con la corrispondente divisione del lembo; e le altre divisioni del nonio caderanno a dritta delle corrispondenti divisioni del lembo, coll'ordine seguente, cioè la prima particella dopo l'indice starà a dritta d'un minuto dalla prima divisione del lembo che siegue immediatamente a quella formante una linea retta con l'indice del nonio; la seconda lo sarà di due minuti a dritta della susseguente divisione del lembo, la terza di tre minuti, e così procedendo successivamente si verifica che la ventesima, cioè l'ultima divisione del nonio, trovandosi di 20′ a dritta della divisione del lembo, che la sussiegue, viene a coincidere con quella che a questa precede.

471. Come pure si ricava che se la prima divisione della scala di Vernier coincide con una delle divisioni del lembo, l'indice del nonio cadrà di un minuto a sinistra della divisione del lembo, che precede. Così se la seconda divisione del nonio è quella che coincide con una delle divisioni del lembo, l'indice del nonio disterà dalla divisione che lo precede di 2 minuti a sinistra; e così di seguito.

472. Laonde l'archetto tra l'indice del nonio, e la divisione del lembo che lo precede, nell'uso si valuta di tanti minuti, di quanti ne indica il numero del rango che occupa la divisione della scala di Vernier giacente per dritto ad una delle divisioni del lembo.

473. In fine si deduce che delle divisioni del nonio, o coincidono amendue le estreme con le corrispondenti divisioni del lembo, o una sola delle intermedie fra esse s'incontra in linea retta con una delle divisioni del lembo.

474. In alcuni sestanti vi si vede la scala di Vernier nel seguente modo

10. 5. 0. 15. 10.

475. Nell'ultima esposta maniera, delle divisioni del nonio, il punto zero disegna parimenti l'indice o la linea di fede; e negli usi ciascuna delle sue divisioni viene pure a valutarsi per 19′. Or combaciando l'indice con una delle divisioni del lembo, ne succede che le 10 divisioni della scala a sinistra dell'indice rimaner debbono a dritta delle corrispondenti divisioni del lembo collo stesso rapporto ed ordine marcato per le prime 10 divisioni della scala di Vernier, di cui si è fatta parola nel numero 469: mentre le altre 10 divisioni poste a dritta dell'indice, rimaner debbono a sinistra delle corrispondenti divisioni del lembo secondo l'ordine numerico, come si vedono segnate; quindi da questa specie di scala sono disegnati i minuti del piccolo archetto, tra l'indice e la divisione del lembo che lo precede immediatamente, anche dal numero del rango che occupa nella scala la divisione, che coincide con una delle divisioni del lembo.

476. Fermata che sarà la linda, se si rileva che l'indice del nonio coincide con una delle divisioni del lembo, l'intervallo tra la prima divisione della scala, e quella della divisione del lembo che sussiegue all'indice, può essere dinotata da una espressione algebrica che si ottiene col seguente procedimento.

Dinoti m il numero delle divisioni del lembo, abbracciate dalla scala di Vernier, $m+l$, il numero delle divisioni della scala, L il valore numerico di una delle divisioni del lembo, e V il valore numerico di una delle divisioni del nonio, si avrà

$$mL = (m+l)\,V$$

Dunque $$V = \frac{mL}{m+l}$$

E l' intervallo cercato sarà

$$L - V = L - \frac{mL}{m+l} = \frac{L}{m+l} = 1$$

Così l' intervallo fra la seconda divisione della scala, e quella del lembo che siegue immediatamente appresso $= \frac{2L}{m+l}, = 2$; e così successivamente.

477. Coll' aiuto d' un microscopio semplice, traguardato con un occhio solo, ed applicato sul nonio, si può chiaramente distinguere quali divisioni della scala di Vernier coincide con una delle divisioni del lembo, o quella ch' è la più prossima alla coincidenza.

478. Facendosi scorrere la scala di Vernier per tutte le divisioni del lembo, ed osservando coll'aiuto d' una lente microscopica, che mentre coincide l' indice della scala con una delle divisioni del lembo, l' altra linea estrema dell' istessa scala si vede pure coincidere con la corrispondente divisione del lembo, e ciò in qualunque posizione della linda, si viene ad assicurarsi che le divisioni del lembo sono tutte eguali fra esse. Ed osservando poi che in tale trascorrimento facendo coincidere le due estreme della scala di Vernier, tutte le altre suddivisioni rimangono a dritta delle corrispondenti divisioni del lembo, si conchiude con accertamento che le divisioni del Vernier sono tutte eguali fra esse.

479. Se i due specchi del sestante sono paralleli, qualunque oggetto lontano ben terminato, che si traguarda direttamente per la parte trasparente del piccolo specchio, e la sua immagine ravvisata nella parte amalgamata dello stesso piccolo specchio, formano un solo, e medesimo oggetto. E viceversa, cioè se l' oggetto veduto per la parte trasparente e la sua immagine osservata per la parte amalgamata for-

mano un solo, e medesimo oggetto, i due specchi saranno paralleli. Sieno AB, ed MN (fig. 32) il grande, e piccolo specchio d'un sestante, ed O l'occhio dell'osservatore, supposto che i due specchi sieno paralleli, e che l'osservatore per mezzo del cannocchiale, o della mira inferiore guardi l'oggetto in S, a traverso della parte trasparente del piccolo specchio. Partendo dal punto S il raggio di luce SKO, giungerà questo direttamente all'occhio O, che per distinzione nomineremo *raggio diretto*: inoltre dallo stesso punto S sia spinto un altro raggio di luce pel grande specchio; questo ultimo arriverà nell'occhio dell'osservatore, dopo essere stato riflesso, pel grande e pel piccolo specchio, di modo che SE n'è il primo raggio incidente, ed FO il secondo raggio riflesso. Attesa la picciola distanza dell'occhio dell'osservatore al punto E, in paragone della gran distanza dello stesso all'oggetto S, i raggi SE, ed SO si possono prendere come paralleli. Inoltre essendo parallele altresì le rette SE, ed FO (446), ne risulta che il secondo raggio riflesso FO, debba colpire l'occhio dell'osservatore posto in O. Infine a causa della piccola distanza dell'occhio dal grande specchio per rapporto alla distanza dell'oggetto in S, il primo raggio incidente SE, ed il raggio diretto SKO si possono prendere benanche per paralleli, dunque SKO si può prendere per parallelo ad FO; e giungono essi nel medesimo punto O, perciò si confondono.

Laonde il punto S veduto direttamente, e la sua immagine riflessa debbono confondersi in un solo punto. Potendosi ripetere lo stesso per ogni altro punto dell'oggetto S, è perciò a conchiudersi che le immagini, diretta e riflessa dell'oggetto proposto, si confondono in una, allorchè i due specchi sono paralleli.

Suppongasi in secondo luogo che le immagini diretta e riflessa dall'oggetto S, si confondano, è manifesto che il raggio riflesso che parte da un punto S, si confonderà parimenti col raggio diretto che vien dal medesimo punto. Or potendosi prendere per paralleli il primo raggio incidente nel grande specchio, ed il raggio diretto, attesa la picciola distanza dell'occhio al grande specchio, ne risulta che il primo raggio incidente ed il secondo raggio riflesso sono paralleli; e perciò anche i due specchi sono paralleli (447).

480. Per misurare la distanza angolare di due oggetti per mezzo del sestante, bisogna operare come appresso.

Primo. Si pone l'occhio nella parte oculare del cannocchiale, o in mancanza in una delle due mire del sestante come si è avvertito (464), e si guarda quello de'due oggetti che rimane a sinistra, osservando a traverso della parte trasparente del piccolo specchio.

Secondo. Si fa girare l'istrumento intorno l'asse di visione sino a situarlo nel piano che passa per i due oggetti proposti e per l'occhio dell'osservatore.

Terzo. Si muove in fine la linda, facendola percorrere l'arco interiore del lembo sino a che l'immagine riflessa dell'oggetto a dritta

entra nel campo del cannocchiale vada a collocarsi a fianco dell'oggetto a sinistra, veduto direttamente, in modo che si toccano.

481. L'arco percorso dalla linda dopo la divisione alla quale corrispondeva l'indice del nonio, quando i due specchi erano paralleli, sino a quello ove si è avverato il contatto delle due immagini diretta e riflessa de' due oggetti, esprimerà la metà della distanza angolare de' punti de' due oggetti posti in contatto nell' osservazione.

Poichè dinotino AB, ed MN (fig. 33) il grande, ed il piccolo specchio d' un sestante, che si suppongono paralleli allorchè l' indice del nonio corrisponde al punto zero della divisione del lembo, che si suppone essere in G. Rappresenti H' l' oggetto a sinistra, S quello a dritta, ed O l' occhio dell' osservatore. Sarà SOH' la distanza angolare degli oggetti, la quale senza error sensibile si può prendere per espressa da HES, per essere tanto piccolo l'angolo OSE, che ne sarebbe la differenza (a), per quanto si può prendere SO parallela ed ES, atteso la picciolissima distanza dell' occhio dal grande specchio, in paragone della gran distanza dell'occhio all'oggetto S; e perciò l'angolo SEH si può considerare per la distanza angolare de' due oggetti proposti.

Or è manifesto che l' oggetto H' veduto direttamente, e l' immagine dell' oggetto S ravvisata per riflessione caderanno l' una sull' altra, se si distacca la linda dal punto G, facendosi percorrere l' arco interiore del sestante sino al punto F, ove lo specchio grande prende la posizione B'A', tale che i raggi incidenti SE, ed HE parallela ad OH', spiccati da' due oggetti abbiano lo stesso raggio riflesso EK.

Ciò posto rimane a dimostrare l'angolo SEH doppio di BEB'=GEF.

Poichè
$$HEK = KEB - KEA$$
$$SEK = KEB' - KEA'$$

Dunque

$$SEK - KEH = KEB' - KEA' - KEB - KEA$$

E fatta la sottrazione algebrica, si avrà

$$SEH = BEB' + AEA' = 2AEA'$$

Laonde la distanza angolare

$$SEH = 2AEA' = 2GEF,$$

(a) Dal punto E si tiri EL parallela ad SO, sarà l' angolo LEH = SOH', non che ESO=LES ma LES è differenza tra LEH ed SEH, ed è l' angolo LEH=SOH', dunque sarà l'angolo LES; anche differenza tra SEH ed SOH'; e per ciò è pure ESO differenza tra SEH, e SOH'.

il quale vien misurato dall' arco GF, percorso dalla linda per ottenersi il contatto de' due oggetti.

482. Quindi è che contandosi i mezzi gradi dell' arco GF per gradi interi, ed i mezzi minuti per minuti, si avrà dal numero delle divisioni dell' arco GF la distanza angolare de' due oggetti S, ed H.

483. Per leggere sul lembo del sestante il numero de' gradi e minuti dell'angolo misurato, si osserverà quale delle divisioni del lembo trovasi a dritta dell' indice del nonio, poichè siffatta divisione indicherà i gradi, e le ventine dei minuti, se pur ve ne sono, dell'angolo osservato. Si vedrà inoltre, quale è quella delle divisioni della scala di Vernier che coincide con una di quelle del lembo, ed il numero del rango che occupa tale divisione farà conoscere il numero delle unità de'minuti che bisogna aggiungere ai gradi, ed alle ventine di minuti marcati dall' indice, per aversi dalla somma la quantità dell' angolo cercato.

483. Se si avvera il caso che veruna divisione del nonio trovasi in coincidenza con una di quelle del lembo, si osserverà quale è quella divisione del Vernier che si approssima di più allo stato di coincidenza con quella del lembo che le rimane a dritta: ed il numero del rango di tale divisione dinoterà i minuti da riunirsi ai gradi e ventine di minuti, disegnati dall' indice: si valuteranno poi prudenzialmente coll'aiuto d'una lente microscopica i secondi di più d'aggiungersi al valore dell'arco indicato, e si avrà con sufficiente precisione la quantità esprimente l' angolo osservato.

485. Prima di far uso dell'ottante, o del sestante, bisogna accertarsi se le parti che compongono tal' istrumenti, abbiano forma e situazione regolare; e rinvenendo il contrario, bisogna operare affinchè l'abbiano: ciò dicesi *rettificare* l'ottante, o il sestante. Ne' seguenti numeri saranno indicate le verifiche le più ordinarie, e le più rilevanti; e tenendo in prosieguo discorso sulla descrizione del cerchio di riflessione, allora parleremo dell'altre verifiche a farsi.

486. È cosa di primo momento assicurarsi.

1. Se il grande specchio è perpendicolare al piano dell' istrumento; e verificando che non lo è, bisogna dargli tale situazione.

2. Se il piccolo specchio abbia la posizione perpendicolare al piano dell' istrumento; e scovrendo che non l'abbia, debbesi operare per dare al piccolo specchio tale situazione.

3. Se il piccolo speccio sia parallelo al grande, allorchè l'indice del nonio coincide col punto zero della divisione del lembo; ed accertatosi del contrario, bisogna dare al piccolo specchio la situazione parallela al grande.

Rettificazione del grande specchio.

487. Si pone l'istrumento su d'un piano orizzontale, e sulle due estremità del lembo si collocano due pezzi di figura cubica di uguale dimensione, che piace nominarli *visuali*. Si applica l'occhio dappresso il grande

specchio ed in maniera che stia di tanto elevato sul piano dell'istrumento, di quanto lo sono dallo stesso le superficie superiori delle due visuali; e si fa muovere la linda fino a che la visuale veduta direttamente si raffigura in contatto con l'immagine della seconda visuale, riflessa dal grande specchio. Se le superficie superiori delle due visuali si ravvisano in un medesimo piano continuato, sarà il grande specchio perpendicolare al piano dell'istrumento (454); se poi la visuale veduta per riflessione si eleva su quella veduta direttamente, sarà il grande specchio inclinato dalla parte della faccia riflettente (455). Se in fine la visuale veduta per riflessione si raffigura al di sotto dell'altra veduta direttamente, sarà il grande specchio inclinato al piano dell'istrumento, e pendente dal lato della faccia amalgamata (456). Nell'uno, e nell'altro de' due ultimi casi, si stringerà, o si aprirà l'ultima vite, posta nella estremità del piede dello specchio grande, fino a che mirando in esso, nel modo come si è avvertito, si osservano le due immagini, diretta e riflessa delle superficie superiori delle visuali, rimanere situate in un solo e medesimo piano.

Si ripeterà più volte l'esposta operazione, e col mettere le visuali in altri punti del lembo, e con cambiare la posizione della linda. Mediante tale procedimento potrà assicurarsi l'osservatore che il grande specchio è perpendicolare al piano dell'istrumento in qualunque posizione abbia la linda.

488. Mancando le due visuali, si potrà in vece procedere nel seguente modo.

Si situa la linda verso la metà del lembo, e mirando nello specchio si osserva, se la superficie del piano dell'istrumento veduta direttamente, vada a formare un medesimo piano continuato con l'immagine dell'istessa superficie riflessa nello specchiogrande, poichè in tal caso tale specchio sarà perpendicolare al piano dell'istrumento nella posizione della linda; ma se si ravvisa l'immagine della superficie dell'istrumento al di sopra, o al di sotto di quella veduta direttamente, lo specchio grande sarà inclinato al piano dell'istrumento, e penderà nel primo caso dal lato della faccia riflettente, e nel secondo caso dalla parte amalgamata (455. 456): nell'uno, e nell'altro caso, si farà muovere la vite come di sopra si è detto, sino a che guardando nello specchio, si osserverà che la superficie dell'istrumento veduta direttamente formi un medesimo piano con quella veduta per riflessione. Si ripeteranno le osservazioni, cambiando di sito la linda; e così ci accerteremo essere lo specchio grande perpendicolare al piano dell'istrumento, o di avergli data tale posizione.

489. Il primo de' due mezzi di verifica sulla posizione del grande specchio, è preferibile al secondo; perchè l'uno, e l'altro richiede per condizione essenziale che l'occhio si fermi nel piano, che serve a tale verifica: cosa che si potrà solamente ottenere facendo uso delle visuali, e non quando si osserva il lembo solamente: ciò a motivo della montatura dello specchio.

Rettificazione del piccolo specchio.

490. Si tiene l'istrumento in sito verticale, dopo aver fermata la linda in modo che l'indice del nonio stia in coincidenza del punto zero della divisione del lembo, e per mezzo del cannocchiale che non rovescia gli oggetti, o traguardando per la mira inferiore, si osserva per la parte trasparente del piccolo specchio, se un oggetto lontano, e ben terminato, e sia questo l'orizzonte per esempio, veduto direttamente formi un piano continuato con l'immagine del medesimo orizzonte, riflessa pel grande specchio, e raffigurata nella parte amalgamata del piccolo specchio, anche nel caso di tenersi l'istrumento inclinato a destra, o a sinistra sino a dargli una posizione orizzontale; poichè verificandosi ciò, i due specchi saranno paralleli (479), e perciò entrambi perpendicolari al piano dell'istrumento; però tenendo l'istrumento in sito verticale, se osservansi le due immagini dell'orizzonte poste in un piano continuato, ma nell'inclinarsi l'istrumento a dritta, o a sinistra, si vede che l'orizzonte raffigurato in immagine, si abbassi, o si elevi su quella osservata direttamente, in tal caso è manifesto che il piccolo specchio non è in tutta la estensione parallelo al grande, ed in conseguenza non è perpendicolare al piano dell'istrumento; e per dare al piccolo specchio la sua posizione convenevole, si continua a tenersi l'istrumento inclinato, e si chiude, o si apre la vite che muove il piccolo specchio nel senso ondolatorio, sino a quando si osservano le due immagini dell'orizzonte in un sol piano continuato; fatto ciò si rimette l'istrumento in sito verticale, e si osserva di bel nuovo se le immagini dell'orizzonte si conservano in un piano medesimo, dimodochè i di loro perimetri stieno per dritto, altrimenti coll'aiuto del vitone si rimettono nel medesimo piano, e si ripeterà poi la verifica col tenersi l'istrumento abbattuto, ed osservando che qualunque posizione si dia al sestante, si verifica sempre che le due immagini dell'orizzonte formano un sol piano continuato, conchiuder si dovrà che i due specchi sono paralleli, e quindi entrambi perpendicolari al piano dell'istrumento.

In fine se a prima vista (tenendo l'istrumento in sito verticale) si osserva che le due immagini dell'orizzonte sono separate, ed in diversi piani, in tal caso per mezzo del vitone si rimettono in un sol piano continuato; e poi replicando la verifica coll'istrumento inclinato, come sopra si è detto, con aprire e chiudere le viti corrispondenti, per quanto, e come occorre, si verrà ad ottenere che le due immagini dell'orizzonte in ogni posizione dell' istrumento, sono in un solo, e medesimo piano; e quindi a conchiudersi che il piccolo specchio è perpendicolare al piano dell'istrumento, ed è parallelo al grande.

Volendosi rettificare il piccolo specchio, osservando il sole in piccola altezza, si situerà una lente colorata fra i due specchi ed un'altra dietro il piccolo specchio; indi tenendo l'istrumento in sito verticale si ravviserà per la parte trasparente l'immagine diretta del sole, e si muoverà la linda sino a che l'immagine riflessa passi sull'immagine diretta; in tal caso i due specchi sono paralleli, ed il piccolo perpen-

dicolare al piano dell'istrumento. Se invece l'immagine riflessa passa a sinistra dell'immagine diretta, il piccolo specchio penderà dalla parte d'avanti; e se poi passerà a dritta il piccolo specchio penderà da dietro: in qualunque de'due ultimi casi si muoveranno le viti della montatura del piccolo specchio sino a che le due immagini si confondono in una.

491. Dovendosi ricorrere alle due viti poste nella parte superiore della montatura del piccolo specchio, conviene muoverle con molta moderazione, incominciando ad aprire un poco l'una, e chiudere poi in corrispondenza l'altra, sino a che si ottiene che qualunque posizione dar si possa all'istrumento, si osservino sempre le due immagini dell'orizzonte in un sol piano continuato.

492. Prevedendo il caso che il vitone, o la leva da esso animata non giochino affatto, dimodochè manchi il mezzo da far muovere il piccolo specchio circolarmente intorno all'asse della sua montatura, si procede allora come appresso.

Si situa l'istrumento in sito verticale, si osserva l'orizzonte per la parte trasparente del piccolo specchio, sia per mezzo del cannocchiale, sia per mezzo della mira inferiore; e rinvenendo che le due immagini, diretta e riflessa dell'orizzonte, non formano un medesimo piano, in tal caso si muove la linda in qualunque verso, fino a che si osserva che l'immagine dell'orizzonte veduta direttamente, formi un solo, e medesimo piano continuato con l'immagine riflessa pel grande specchio: ciò fatto si leggono i minuti dell'arco fra l'indice del nonio, ed il punto zero della divisione del lembo; indi si avverte, se tale arco è a dritta o a sinistra del punto zero medesimo, poichè nel primo caso bisogna aggiungerlo all'arco esprimente il valore dell'angolo osservato contenuto fra il punto zero, e l'indice del nonio; e nel secondo caso si toglierà, per aversi, o dalla somma o dal residuo, la quantità effettiva dinotante l'angolo osservato. L'archetto ottenuto in tale verifica suole nominarsi *errore di rettificazione*, ed anche *errore d' indice*.

Volendosi determinare l'errore d'indice con osservare il sole posto in piccola altezza, si situano i vetri colorati fra i due specchi, e dietro il piccolo specchio; indi tenendosi l'istrumento in sito verticale, si metterà in contatto l'orlo inferiore dell'immagine riflessa coll'orlo superiore dell'immagine diretta del sole, e si noterà la quantità esprimente l'archetto tra l'indice del nonio, ed il punto zero del lembo; si farà immantinente coincidere l'orlo superiore dell'immagine riflessa coll'orlo inferiore dell'immagine diretta, e si noterà pure la distanza dell'indice dal punto zero del lembo. Se l'ultima distanza è eguale alla prima, l'errore di rettificazione sarà nullo; ma se tali due quantità differiscono l'una dall'altra, la metà della loro differenza sarà l'errore d'indice; e questo sarà additivo, se la distanza verificata a dritta del punto zero del lembo è maggiore di quella succeduta a sinistra, e sarà sottrattiva nel caso contrario. Poichè tali osservazioni riflettono la misura dei due orli del sole, presa due volte; e siccome tale differenza dev'essere la

stessa nelle due osservazioni, il punto del parallelismo dei specchi dev'essere egualmente distante dalle due posizioni della linea di fede, nei momenti dei due contatti.

493. Il metodo più spedito nella pratica per verificare, se le divisioni del lembo del sestante o dell'ottante abbiano una giusta e convenevole grandezza è il seguente.

1. L'osservatore sceglierà molti oggetti lontani, ben distinti, posti intorno intorno a se medesimo, ed approssimativamente nello stesso piano dell'osservatore.

2. Mediante il sestante o l'ottante si misureranno le distanze angolari da un punto del primo ad un punto del secondo oggetto, da questo ad un altro del terzo ecc: e dall'ultimo al primo. Se la somma di tutte tali distanze forma 360°, è manifesto che le divisioni del lembo hanno una giusta grandezza; se poi la somma medesima è maggiore di 360°, le divisioni del lembo hanno una grandezza minore del convenevole; mentre se la somma è minore di 360°, le divisioni del lembo avranno una grandezza maggiore di quella che dovrebbero avere.

Per determinare negli ultimi due casi, l'errore di ogni grado del lembo, si divide la differenza tra 360° e la somma ottenuta per 360, ed il quoziente darà ciò che si cerca.

494. Adoprando un sestante, o un ottante, di cui i gradi del lembo non hanno una grandezza convenevole, se ne farà la correzione come appresso. Si moltiplica l'errore di ogni grado pel numero de'gradi dell'angolo misurato col sestante, o coll'ottante; se le divisioni sono troppo piccole si toglierà il prodotto dall'arco misurato; e se le divisioni sono troppo grandi si aggiungerà il prodotto all'istesso arco misurato; il residuo o la somma darà l'angolo osservato corretto.

Modo di usare del sestante, o dell'ottante per l'osservazione.

495. *Per l'altezza del sole.*

Dopo rettificato l'istrumento, cosa che gioverà sempre farsi molto tempo prima, si colloca un vetro colorato fra i due specchi; indi tenendo l'istrumento nel piano del verticale del sole, si guarderà l'orizzonte per la parte trasparente del piccolo specchio, con applicare l'occhio o nella parte oculare del cannocchiale, o nella mira corrispondente; e si farà muovere la linda dal punto zero lungo l'arco interiore del lembo, fino a che l'orlo inferiore del sole va con la sua immagine riflessa a situarsi approssimativamente sull'orizzonte ed un poco al di sopra, se si è fatto uso d'un cannocchiale, che non rovescia gli oggetti, o d'un tubetto, o d'una mira; e si ferma l'immagine un poco al di sotto dell'orizzonte, se si è fatta l'osservazione col cannocchiale che rovescia gli oggetti. Fatto ciò si ferma la linda per mezzo della vite di pressione, e poi mediante la vite di richiamo si fa muovere la medesima lentemente, sino a che l'orlo inferiore del sole tocchi l'orizzonte in un

sol punto; si fa barcollare l'istrumento intorno all'asse di visione, e si osserva se in tale movimento l'immagine riflessa del sole descrive un arco tangente dell'orizzonte; poichè in tal caso l'osservazione sarà ben eseguita. In fine si leggeranno sul lembo i gradi e minuti fra il punto zero e l'indice del nonio (supposto che nel punto zero coincideva l'indice, allorchè i specchi erano paralleli); e si avrà la quantità esprimente l'altezza osservata.

496. Si avverta che il procedimento esposto nel numero precedente, diretto a farci ottenere l'altezza del sole, è un caso particolare delle operazioni disegnate nel num. 480, per aversi la distanza angolare di due oggetti: il sole è l'oggetto a dritta, l'orizzonte quello a sinistra, e l'altezza del sole non è che la distanza angolare de'due oggetti.

497. Si potrà misurare l'altezza nella seguente altra maniera. S'interpone un vetro colorato tra i due specchi, ed un altro vetro colorato si situa da dietro il piccolo specchio. Si ferma la linda con l'indice che coincide col punto zero della divisione del lembo, se in tale posizione si è verificato il parallelismo de'due specchi. Indi tenendo l'istrumento in sito verticale si guarderà direttamente il sole per la parte trasparente del piccolo specchio, o per mezzo del cannocchiale, e in mancanza per una delle due mire. Si farà muovere la linda lungo l'arco interiore, e si muoverà in corrispondenza il sestante, o l'ottante avvicinando l'estremità più lontana dall'arco interiore del lembo al piano dell'orizzonte, dimodochè perdendosi di vista l'immagine diretta del sole, si conserva sempre l'immagine riflessa del medesimo; e rimosso il vetro colorato da dietro il piccolo specchio, si continuerà a far muovere la linda, e l'istrumento, senza perdere di vista l'immagine riflessa del sole, ciò fino a che tale immagine tocca l'orizzonte coll'orlo inferiore. Si fermerà la linda, poichè dall'arco fra il punto zero della divisione del lembo, e l'indice del nonio, si avranno i gradi e minuti esprimenti l'altezza del sole.

498. Se l'altezza va crescendo, e l'osservatore non è pressato da circostanza veruna a misurarla subito, per meglio ottenerne la quantità che la esprime, giova fermar la linda allorchè l'orlo inferiore del sole vien tagliato in parte dall'orizzonte, ed attendere l'istante del contatto. Se poi l'altezza del sole vada diminuendo, conviene fermar la linda, allorchè l'orlo inferiore del sole è alquanto al di sopra dell'orizzonte, ed attenderne il contatto.

499. Interessa avvertire che facendosi uso d'un cannocchiale che rovescia gli oggetti, l'orlo che sembra superiore, sarà l'inferiore; e reciprocamente.

Per l'altezza della luna.

500. Le altezze della luna si misurano nell'istesso modo che quelle del sole, badando di riportare in contatto coll'orizzonte quello de'due orli della luna che vedesi il meglio contornato; e se l'osservazione si fa durante il giorno, si può dispensare dell'uso de'vetri colorati.

501. Si avverte altresì, come altra volta si è detto, che sulle osservazioni che si fanno la notte per aversi l' altezze della luna, o d' una stella, non vi è molto da contare, attesa la difficoltà a ben distinguere il perimetro dell' orizzonte, e nelle circostanze le più favorevoli, vi è sempre da dubitare d' un errore sull' altezza di 3 a 4 minuti, mentre in alcuni casi, sebbene sia cosa difficile ad incontrarsi, l' orizzonte apparisce molto più vicino che non lo è, illusione che può produrre errori considerevoli. Conviene dunque non ricorrere all' altezza osservata in tempo di notte che con molta riserba, e ne' casi di positivo bisogno; avvalendosi piuttosto dell' altezza calcolata col metodo, che a suo tempo sarà esposto.

Per l' altezza d' una stella.

502. Le osservazioni per le altezze delle stelle si fanno nella stessa maniera che quelle del sole, e per la luna, menocchè conviene collocar sempre l' immagine riflessa della stella sulla parte amalgamata del piccolo specchio, nella parte più prossima a quella trasparente, preferendo piuttosto il metodo di misurare l' altezza indicata nel numero 497, che quella che a questo precede, onde evitare, che osservandosi a prima vista l' orizzonte, nel far correre la linda per l' arco interiore, non abbiasi a ricevere nel campo del cannocchiale, o nella visuale della mira, l' immagine riflessa d' una stella diversa da quella di cui si vuol prendere l' altezza.

Per l' altezza meridiana del sole.

503. Qualche minuto prima di mezzodì, coll' aiuto dell' istrumento si metterà l' orlo inferiore dell' immagine riflessa del sole che sia tangente dell' orizzonte, e si farà mantenere sempre in tal posizione col far avanzare lentamente la linda, mediante la vite di richiamo. Allorchè si osserva che tale orlo incomincia a radere l' orizzonte, e cessa di elevarsi sullo stesso, si ferma la linda, e si avrà l' altezza meridiana cercata.

Per l' altezza meridiana della luna e delle stelle.

504. Si determina l' ora del passaggio pel meridiano che farà la luna o la stella col metodo, che da qui a poco sarà indicato; qualche minuto prima dell' istante disegnato dal calcolo, si fa l' osservazione, come si pratica pel sole; e così si avrà l' altezza meridiana della luna, o d' una stella.

505. In ordine agli astri che girano nell' emisfero visibile per paralleli dell' equatore non tagliati dall' orizzonte, conviene distinguere quale delle due altezze meridiane si cerca; volendosi misurare la più grande, si procederà come si è detto di sopra; e per ottenere la più piccola di esse, si opererà nell' istesso modo, perchè si abbia il contatto del lembo inferiore dell' astro coll' orizzonte, ma siccome l' altezza in tal rincontro va diminuendo fino al passaggio dell' astro pel meridiano, perciò bisogna accompagnare l' astro fino a che si vede radere l' orizzonte, e giunto in tale stato, debbesi dar termine all osservazione, allorchè l' immagine riflessa dell' astro si ravvisa elevarsi sull' orizzonte.

Distanza del sole alla luna.

506. Rettificato che sarà l'istrumento, si disporrà il cannocchiale in modo da ricevere l'immagine riflessa per la parte trasparente del piccolo specchio, se i raggi solari sono molto vivaci; o nel caso contrario, cioè se il sole non è molto risplendente, si avvicinerà il cannocchiale al piano dell' istrumento fino a che si va a raffigurare l' immagine riflessa nella parte amalgamata, e più prossima a quella trasparente; si situerà la parte oculare del cannocchiale al punto che meglio conviene alla vista dell'osservatore; e si disporranno i fili del cannocchiale, in modo che sieno paralleli al piano dell' istrumento. Fatto ciò si punterà il cannocchiale verso la luna, e si farà girare il sestante fino a che i fili del cannocchiale sieno perpendicolari alla linea che congiunge i punti *delle corna della luna,* mezzo facile di situare l' istrumento nel piano convenevole all' osservazione, cioè in quello che passa per li due astri, e per l' occhio dell'osservatore. Indi si farà muovere la linda fino a che l' immagine riflessa del sole si ravvisi nel campo del cannocchiale fra i due fili, ed approssimativamente in contatto con la luna: ottenuto ciò si fermerà la linda collo stringere la vite di pressione. Portata l'osservazione in tale stato, si barcollerà alquanto l'istrumento, e si farà rotare la vite di richiamo in sino a che i due astri non vi toccano, che in un sol punto, e nel mezzo dell' intervallo fra i due fili, condizione essenziale perchè l' asse di visione sia in un piano parallelo a quello dell' istrumento. Se non si ottiene il contatto, cosa possibile a succedere come si farà avvertire in appresso, bisogna estimare di quanto il punto di contatto è più d' appresso d' un filo che di un altro, e tener conto della deviazione, come si dirà, parlando del cerchio di riflessione.

507. Si avverte che la distanza osservata di due astri sarà sempre quella degli orli più prossimi de' medesimi.

508. Per rimuovere la difficoltà di far entrare nel campo del cannocchiale l' immagine riflessa del sole, si procede come appresso. Coll' aiuto della tavola della conoscenza de' tempi, come a suo luogo saremo per indicare, si calcolerà la distanza della luna al sole per l'ora del luogo prossima all' osservazione, ridotta all' ora che si conta in Parigi, e si collocherà la linda su i gradi e minuti della distanza ottenuta, convertita in distanza apparente; preparato così l' istrumento si eseguirà l' osservazione nella maniera esposta nel num.° 506.

509. Si avverte altresì che se la luna è a sinistra del sole, bisogna situare l'istrumento durante l'osservazione, in modo che gli specchi restano rivolti verso il cielo, ed al contrario se la luna è alla dritta, si dovrà rovesciare l'istrumento in modo che gli specchi rimangono rivolti verso il mare.

Distanza della luna ad una stella.

510. Preparato l' istrumento nel modo indicato nel num.° 506, si punterà il cannocchiale alla stella, e si farà l'osservazione come si pratica per avere la distanza del sole alla luna, con avvertire solamente

quale sarà l'orlo della luna che in immagine riflessa si è posta in contatto con la stella, giacchè l' orlo illuminato della luna può essere dal lato più lontano, o più vicino alla stella medesima ; e si avvertirà altresì, che l' orlo illuminato della luna dopo il novilunio, sino alla luna piena, trovasi rivolta verso occidente; e dopo il plenilunio, sino alla nuova luna seguente, l'orlo illuminato vedesi rivolto ad oriente.

511. Coll' aiuto del sestante si misura benanche la distanza angolare del sole ad un oggetto terrestre qualunque, o quella di due oggetti terrestri, conformandosi a quanto si è detto di sopra, con riflettere però che per tali osservazioni non si richiede quella grande esattezza come nella distanza tra gli astri, avendosi riguardo agli usi diversi ai quali si destinano; ed inoltre per tali osservazioni giova impiegare una delle due mire, onde agevolarne l' operazione.

§. IV.

Del cerchio di riflessione.

512. Il cerchio di riflessione per la semplicità del suo uso nell'osservare le distanze, e per la esattezza del risultamento che se ne ottiene, è un istrumento pregevolissimo presso i marini. Deve a Tobia Majer la prima invenzione, a Bordà il perfezionamento, ed a Mendozza le utilissimi aggiunzioni che vi si vedono.

513. Il corpo del cerchio di riflessione (fig. 34) è formato d'un sol pezzo d'ottone della figura d'un cerchio. Nel centro vi è una montatura PO a guisa d' un nocciuolo, il di cui diametro è quanto la parte circolare delle due linde EF, e GH; tale nocciuolo è sostenuto da sei raggi R, R, R ecc: che van diminuendo di larghezza, a misura che si avvicinano al lembo dell' istrumento, e sono addentati nelle superficie laterali: siffatti raggi servono pure a fortificare l'intero istrumento. La superficie superiore del nocciuolo PO, quella de' sei raggi, e quella del lembo sono nel medesimo piano. Le superficie inferiori formano un piano parallelo al primo. Al centro dell'istrumento vi è un pezzo *dd* intagliato a viti, destinato a ricevere il manico Q, mediante il quale si tiene l' istrumento.

514. Il lembo del cerchio di riflessione è diviso in 720 parti eguali, o mezzi gradi, ma nell' uso si contano per gradi interi, e ciò per la stessa ragione datane di sopra (481); ciascuno de' gradi è diviso pure in tre parti eguali, ed ognuna dell' estremità delle due linde è munita d'una scala di Vernier, onde valutare i gradi e minuti dell'angolo misurato, come ne' sestanti, o negli ottanti.

515. Nel centro dell' istrumento vi è il grande specchio A posto sulla linda EF, in modo che faccia con la linea di fede di tale linda un angolo di 30° circa; la base della montatura di questo specchio è incavata circolarmente, onde lasciare spazio sufficiente al pezzo *e* che

copre il centro: tale specchio viene fermato sulla linda EF per mezzo di quattro viti a testa quadrata con denti. Tali viti servono a rettificare la posizione del grande specchio, ed esse si fanno girare per mezzo di corrispondenti chiavi.

516. Sulla seconda linda GH vi è situato il piccolo specchio B (fig. 34, e 35) in una posizione la più prossima possibile al lembo, onde rimanere il più grande passaggio ai raggi, che vengono dalla sinistra. Esso è montato ad un di presso come il piccolo specchio del sestante, o dell'ottante; e siccome potrebbe accadere qualche volta che i raggi riflessi attraversano questo specchio, prima di giungere al grande, si sono disposte le facce laterali della sua montatura in posizione parallela ad AB, linea che congiunge i centri de' due specchi, affinchè la luce possa essere meno intercetta dallo stesso. La base inferiore del piccolo specchio vien fermata sulla linda per mezzo d'un piccolo piede cilindrico, che l'attraversa, e mediante tre viti che han piccolo gioco; tali viti servono a rettificare lo specchio piccolo per rapporto al cannocchiale.

517. Il cannocchiale GH trovasi fermato sulla linda del piccolo specchio in una situazione sempre costante per rapporto a tale specchio. Esso vi è mantenuto in due punti, per mezzo di due orecchie incavate nelle montature I, e K.

518. In ciascuno di tali montanti vi è una vite di richiamo, che serve ad allontanare, o a ravvicinare il cannocchiale al piano del lembo, secondochè si vuole che i raggi riflessi cadano in minore, o maggiore quantità nella parte amalgamata del piccolo specchio. Gli enunciati richiami servono altresì a collocar l'asse del cannocchiale in una posizione parallela al piano dell'istrumento; ed a tale oggetto vi sono delle divisioni marcate sulla parte esteriore di ciascun montante.

519. Nel fuoco del cannocchiale vi sono due fili paralleli in egual distanza dall'asse, e distanti tra essi quanto è il triplo del diametro apparente del sole, o approssimativamente. Nelle osservazioni si dispongono tali fili in situazione parallela al piano dell'istrumento mediante due segni di riconoscimento, marcati nel cannocchiale, uno nella superficie superiore del tubo, e l'altro nella parte oculare.

520. Le due linde EF, e GH girano intorno al centro, indipendentemente l'una dall'altra. Quella del grande specchio vi è mantenuta da un pezzo cilindrico, ove vedesi ritenuta per mezzo del pezzo *e*, fig. 34, sovrapposto al primo; e l'ultima vi si trova ivi fermata per mezzo di viti.

521. La linda del piccolo specchio gira tra la superficie del pezzo cilindrico posto sul centro ed il piano dell'istrumento; essa vi è sostenuta al di sotto per mezzo d'una vite stringitoja (fig. 35), ciascuna linda porta la sua scala di Vernier.

522. Per misurare la distanza angolare di due oggetti qualunque col cerchio di riflessione, si ferma la linda EF del grande specchio sulla divisione X (fig. 36) del lembo, e sia questo il punto zero per esempio. Si dirigerà il cannocchiale sullo oggetto L posto a dritta, e senza

toccare la linda del grande specchio, si farà muovere l'istrumento fino a che l'immagine riflessa dell'oggetto S a sinistra vada a cadere nel campo del cannocchiale, e si mette in contatto con l'oggetto L veduto direttamente: ottenuto ciò si ferma la linda del piccolo specchio, facendo girare per intero l'istrumento nel suo piano, si dirigerà il cannocchiale sull'oggetto S posto a sinistra; indi si fa muovere la linda del grande specchio, avvicinandola all'occhio fino a che le due immagini diretta e riflessa de'due oggetti si vedono di bel nuovo in contatto; fatto ciò la metà dell'arco percorso dalla linda del grande specchio, dinoterà la distanza osservata.

Di fatti sia Y la posizione dell'indice della linda del grande specchio, allorchè si è avuto il secondo contatto, è manifesto che nell'essersi passata la linda da X in Y, il grande specchio è stato in un istante parallelo al piccolo. Sia Z il punto nella di cui posizione gli specchi erano paralleli, emerge da quanto si è detto in ordine ai sestanti, o agli ottanti, dinotarsi dall'arco XZ la distanza angolare de'due oggetti (481); e per la medesima ragione l'arco ZY esprimerà parimenti la stessa distanza; dunque XZ=ZY, e perciò dalla metà di XY si avrà la distanza angolare cercata.

523. Se la linda del grande specchio arriva in Y, e quella del cannocchiale in H, si ripete l'operazione di sopra indicata, si avrà che nell'ultimo contatto la linda del grande specchio si ritroverà in Y', ad una distanza XY' dal punto X eguale a 4 volte la distanza angolare de'due oggetti. Se s'incominci, e si esegue di bel nuovo l'operazione medesima, si avrà l'arco sestuplo, e così successivamente.

524. Dalle cose esposte risulta chiaro che col cerchio di riflessione si diminuiscono gli errori che potrebbero derivare dalla ineguaglianza delle divisioni del lembo; e che si può fare a meno delle osservazioni preliminari pel parallelismo de'due specchi.

Da questi vantaggi si rileva la ragionevolezza di preferire il cerchio di riflessione al sestante, ed all'ottante, particolarmente per le osservazioni, delle distanze fra due astri.

525. L'osservazione si dice a dritta, allorchè nel farla, i raggi riflessi vengono dalla dritta; si dice poi osservazione a sinistra, se i raggi riflessi vengono dalla sinistra; e si dirà osservazione *incrociata*, se le due osservazioni successive si faranno l'una a dritta, e l'altra a sinistra e ciò per sopprimere le osservazioni preliminari pel parallelismo dei specchi.

526. Nel misurarsi come nel n.522 le distanze degli astri mediante le osservazioni incrociate, sembra che si verrebbe a ricevere per riflessione l'immagine dell'astro il meno brillante; ciò che arrecherebbe in conseguenza qualche modificazione alle operazioni indicate di sopra, ove si è veduto doversi dirigere il cannocchiale sull'oggetto meno lucido. Volendosi dunque conformare al procedimento stabilito nei numeri 506, 511, allorchè l'osservatore dovrà prendere di mira l'astro

più risplendente, rovescierà l'istrumento, e punterà il cannocchiale sull'altro astro. Con tale mezzo l'operazione riescirà come fosse stata fatta con dirigere il cannocchiale successivamente a ciascuno de'due oggetti.

527. Negli usi del cerchio di riflessione s'impiegano due specie di vetri colorati, disposti ne'loro rispettivi montanti d'ottone, i quali non si situano affatto sopra l'istrumento, come sull'ottante, o sul sestante. I piccoli (fig. 37) nel bisogno si collocano nel pezzo C, o nel pezzo D (fig. 34, 35); ma in questa ultima posizione, non vengono adoprati che per osservazioni particolari, o per verifiche che saranno esposte appresso. I grandi vetri (fig. 38) si situano d'avanti il grande specchio, e ne'pezzi *qq* (fig. 34). Tutti tali vetri si fermano ne'pezzi C, D, *qq* per mezzo di viti di pressione. Ordinariamente vi sono quattro vetri colorati di ciascuna specie, i più piccoli devono avere la stessa opacità graduale, che quelli del sestante; ma i grandi debbono avere una tinta due volte più debole, poichè essi sono due volte attraversati da'raggi delle immagini riflesse. Si è data ai pezzi C, D, *qq* una disposizione tale che quando i vetri sono ivi collocati, hanno essi una inclinazione di circa 5° verso il piccolo specchio, affinchè le immagini bianche riflesse per la superficie interiore de'vetri colorati, non entrano nel campo del cannocchiale, contemporaneamente che le immagini colorate, le quali ne verrebbero ad essere indebolite.

528. *Il ventaglio* è una piastra d'ottone (fig. 39) di figura parallelogramma rettangolare, forata d'un finestrino triangolare ABC, e di un piede che ha una molle per ritenerlo nel luogo ove va a situarsi. Il ventaglio serve per le osservazioni degli oggetti terrestri; si situa nel punto D (fig. 34, 35) e si abbassa più, o meno coll'aiuto della molle, secondochè si vuole aumentare, o diminuire la quantità della luce dell'oggetto veduto direttamente, per renderla eguale a quella dell'oggetto veduto per riflessione.

529. *Le visuali* sono due pezzi di ottone (fig. 40), composti ciascuna di due solidi, di figura parallelepipeda rettangolare perfettamente eguali; esse servono alle verifiche di cui parleremo da qui a poco. Le altezze delle visuali che debbono essere eguali, sono approssimativamente dell'altezza, quanto la metà di quella del grande specchio.

Uso de' vetri colorati.

530. Nelle osservazioni, i vetri colorati non vengono impiegati indifferentemente. Quando le distanze angolari, da misurarsi sono comprese tra 5°. 20', e 34°, si farà uso de' grandi vetri; e in tutti gli altri casi si adoprano i piccoli vetri, collocandoli nel punto C (fig. 34).

Di fatti supponiamo tirate dal centro A le rette ASM, ASN, che immaginiamo che tocchino gli orli della montatura del piccolo vetro colorato posto in C; e sia la retta AL tirata parallela all'asse del cannocchiale. Si comprende con facilità dall'esposto apparecchio che quando l'astro veduto per riflessione, trovasi nello spazio angolare MAN, i di loro raggi non possono non imbattersi con tale vetro, o col suo mon-

tante, prima di giungere al grande specchio; cosa che pregiudicar deve l'esattezza dell' osservazione. Inoltre dalla disposizione adottata per le parti dell'istrumento in esame, risulta che l'angolo MAN è di circa 28°, 40', e l'angolo MAL è di circa 5°. 20', perciò l'angolo MAL è di circa 34°. Dunque quando l'angolo da misurarsi è compreso tra 5°. 20, e 34° debbasi far uso de'grandi vetri colorati.

531. Escluso il caso esposto, l'uso de'piccoli vetri colorati è preferibile a quello de'grandi, quantunque questi situati innanzi al grande specchio, non possono sensibilmente alterare le osservazioni, qualunque siano gli angoli a misurarsi. Nondimeno i grandi vetri possono arrecare inconvenienti che secondo le circostanze sono capaci di rendersi molto più gravi, e ciò per li seguenti motivi.

1. Per essere essi attraversati due volte da'raggi riflessi, come altra volta si è avvertito.

2. Per essere i raggi riflessi molto obbliqui per rapporto ai grandi vetri; mentre che sono perpendicolari ai piccoli.

532. Del resto le distanze della luna al sole che si misurano a mare per calcolarsi la longitudine del naviglio, nel modo da indicarsi, sono comprese ordinariamente tra 40°, e 120°, e per quella della luna alle stelle sono per lo più al di sopra di 34°. Quindi è che si possono adoprare sempre i piccoli vetri nelle osservazioni dirette alla determinazione della longitudine della nave, e queste sono quelle che richiedono la più grande precisione per essere di somma importanza presso i marini.

533. Esposta la descrizione del cerchio di riflessione, passiamo ai mezzi di verifica, o di rettificazione per assicurarci se i pezzi dell'istrumento abbiano forma, e posizione convenevole alle osservazioni.

Rettificazione del piccolo specchio per rapporto al cannocchiale.

534. Il piccolo specchio deve avere una inclinazione per rapporto al cannocchiale, tale che posto un vetro colorato in C (fig. 34, 35), verun raggio riflesso possa pervenire al piccolo specchio, e quindi al campo del cannocchiale, senza aver attraversato il vetro colorato. Per accertarci se il piccolo specchio abbia siffatta posizione, si situa un vetro colorato in C, ed il ventaglio in D, che si abbassa per intercettare ogni luce diretta; indi si farà muovere la linda del grande specchio, e si osserva se tutte le immagini che si dipingono nel cannocchiale, sono colorate, poichè in tal caso il piccolo specchio trovasi nella richiesta posizione; ma se in vece nel campo del cannocchiale vi si ravvisa qualche immagine bianca, si apriranno le viti che stringono la montatura dello specchio sulla linda, e si farà girare tale montatura sul piede cilindrico, fino a che le immagini bianche scompariscono; e fatto ciò si stringeranno le viti.

Se il grande specchio sia perpendicolare al piano dell' istrumento.

535. Si situano le visuali sul lembo dell'istrumento, nelle estremità del diametro TY', e si colloca l'occhio in O, in modo che resta nel piano delle superficie superiori delle visuali. Si guardi la visuale in T mediante il raggio diretto che passa per l'orlo del grande specchio; e si farà muovere la linda di tale specchio sino a che l'immagine riflessa dell'altra visuale in Y' vada a collocarsi a fianco della visuale in T, veduta direttamente. Fatto ciò si osserva se le superficie superiori delle due visuali non formano che un medesimo piano continuato, il grande specchio sarà perpendicolare al piano delle superficie superiori delle due visuali (454); e quindi perpendicolare alla parte del piano dell'istrumento ove giaciono le visuali.

Indi si passeranno le visuali nell'estremità d'un altro diametro, e poi successivamente ad un altro ecc.; ripetendo le stesse osservazioni, se si avverte che in ciascuna posizione le superficie superiori delle due visuali, formano sempre un medesimo piano, si avrà una pruova che il grande specchio è perpendicolare al piano dell'istrumento, e che la linda gira in un piano parallelo a quello del lembo.

536. Se poi nel far l'osservazione si raffigura che le dette superficie superiori delle due visuali diretta e riflessa non vengono a formare un medesimo piano, in tal caso il gran specchio non sarà perpendicolare al piano dell'istrumento e si rimetterà nella posizione perpendicolare per mezzo delle viti che sono nella sua montatura, come si è detto per lo sestante (487).

537. Se in fine nel replicare simili osservazioni con mutare le posizioni delle visuali, si ottiene che le superficie superiori delle medesime in alcune posizioni sono nell'istesso piano, in alcune altre nol sono, in questo ultimo caso si conchiude che la linda non si muove convenevolmente, cioè in un piano parallelo a quello del lembo; e siccome questo errore non è corregibile nell'istrumento che sostituendovi una convenevole linda, così operando alla ventura si cercherà una posizione media del grande specchio, in cui il difetto sia il meno sensibile che si può.

538. In mancanza delle visuali si potrà eseguire tale verifica, osservando il lembo dell' istrumento, come si è detto in ordine ai sestanti (438).

Della posizione prependicolare del piccolo specchio.

539. Questa verifica si farà nel modo adottato per gli ottanti o pei sestanti (489).

540. Si potrebbe fare benanche siffatta verifica in tempo di notte, facendo coincidere nel campo del cannocchiale le due immagini diretta e riflessa d'una stella.

541. Noi siamo per avvertire che per la misura degli angoli non molto piccioli, non è di rigorosa necessità essere i due specchi perfet-

tamente perpendicolari al piano dell'istrumento: una inclinazione di 4' a 5', non è da contarsi quando gli angoli a misurarsi, sono al di sopra di due gradi.

Posizione dell' asse del cannocchiale per rapporto al piano dell' istrumento.

542. L' asse del cannocchiale dev' essere parallelo al piano dell' istrumento. Per potersi verificare siffatta condizione, si girerà la parte oculare del cannocchiale, fino a che i fili che sono nel fuoco, vanno a disporsi paralleli al lembo; si scelgono due oggetti la di cui distanza angolare sia per lo meno di 110°; si metteranno in contatto l'immagine diretta, e riflessa sul filo il più vicino al lembo; indi senza toccare la linda si muoverà l' istrumento, di maniera che le immagini de' due oggetti si trovano in contatto sul filo il più lontano. Se ciò si ottiene l' asse del cannocchiale sarà parallela al piano dell' istrumento; se nò, si verificherà, o che i due oggetti si vedono l'uno sull'altro, ed allora il cannocchiale penderà dalla parte oculare verso il lembo, o che le immagini de' due oggetti rimangono separate, e non possono mettersi in contatto, nel quale ultimo caso il cannocchiale penderà dal lato della parte oggettiva. Nell'uno e nell'altro de' due ultimi casi, si muoveranno le viti di richiamo allocate ne' montanti del cannocchiale, e sino a che le immagini de' due oggetti si osservano in contatto, tanto nel secondo filo, che nel primo.

543. Eseguita una volta l' esposta rettificazione in ordine all' asse del cannocchiale, si segneranno le divisioni de'montanti, alle quali corrispondono le viti di richiamo nello stato del parallelismo dell'asse, onde possa rimettersi in tale posizione sempre che si vuole, e senza stento.

544. La stessa verifica si potrebbe in vece fare nel seguente altro modo.

Si situano le visuali, in T, ed in Y (fig. 34), si prende di mira un oggetto che sia nella distanza dall' istrumento di circa 15 piedi, ed approssimativamente nel piano del cerchio di riflessione, che si abbasserà, o si eleverà sino a che si ravvisa l'oggetto nel piano delle superficie superiori delle visuali; e si farà muovere la linda del piccolo specchio, sino a quando l' immagine dell' oggetto proposto entra nel campo del cannocchiale. Se tale immagine diretta, corrisponde nel punto medio fra i due fili, in tal caso si avrà una pruova che l'asse del cannocchiale trovasi nella posizione parallela al piano dell' istrumento, poichè sta nel piano delle superficie superiori delle visuali. Ma se l' oggetto si raffigura nel campo del cannocchiale, però più vicino ad uno de'fili che all' altro, sarà in questo caso l' asse del cannocchiale inclinato al piano dell'istrumento, e si muoveranno le viti di richiamo, fino a che la stessa immagine si ravvisa nel punto medio fra i due fili; fatto ciò si avverte a quali delle divisioni de' montanti succede il parallelismo.

545. Giova marcare che tanto le facce degli specchi, che quelle dei vetri colorati debbono essere parallele, altrimenti non si potrebbero avere

da' specchi l'uguaglianza degli angoli d'incidenza, con quelli di riflessione, e da' vetri trasparenti non si otterrebbe il parallelismo de' raggi rifratti (429).

Verificazione del parallelismo delle facce del grande specchio.

546. Si scelgono due oggetti terrestri lontani e ben distinti, la di cui distanza angolare sia molto grande, per esempio di 120°; si misura la distanza di questi due oggetti, e si ripetono molte osservazioni incrociate, avendo cura in ciascuna osservazione far succedere il contatto delle due immagini nel punto medio fra l'intervallo de' due fili; si dividerà l'arco totale percorso dalla linda del grande specchio pel numero delle osservazioni semplici, e si avrà la distanza de' due oggetti. Si svolgerà il grande specchio dentro la sua cassettina, dimodochè il lato più vicino al cannocchiale vada ad essere il più lontano, e la parte amalgamata resti sempre nel lato interiore della cassettina: si verificherà se in questa nuova posizione il grande specchio conserva tuttavia la posizione perpendicolare al piano dell'istrumento, nel caso contrario si opererà in modo che l'abbia. Fatto ciò si misurerà di nuovo la distanza dei due oggetti, mediante lo stesso numero di osservazioni incrociate, di quelle della prima volta, ed il totale risultamento si dividerà pure pel numero delle osservazioni semplici eseguite, onde aversi dal quoziente la quantità esprimente la distanza angolare de' due oggetti. Se il secondo risultamento riescirà eguale al primo, si avrà una pruova che le due facce del grande specchio sono parallele; ma se i due risultamenti sono disuguali, lo specchio sarà prismatico, e la metà della differenza degli indicati risultamenti sarà l'errore che corrisponde all'angolo misurato: questo errore si aggiungerà, o si toglierà dalla prima distanza ottenuta, secondochè questa è più piccola, o più grande della seconda; e dalla somma, o dal residuo si avrà l'angolo corretto. Per esempio suppongasi essersi fatte cinque osservazioni incrociate in ciascuna posizione del grande specchio, e che siasi ottenuto 1220°. 10' per la somma delle prime, e 1220°. 18' per quella delle seconde; dividendo per 10 ciascuno di tali risultamenti si avrà 122°, 1', per la prima distanza, e 122°, 1' 48" per la seconda; delle quali presa la differenza si avrà 48", che divisi per 2 danno 24" per la correzione d'aggiungersi alla prima distanza 122°. 1', per aversi la distanza vera de' due oggetti di 122°. 1'. 24". Nel caso proposto l'errore rinvenuto prende nome di *additivo*, perchè la prima distanza è risultata minore, ma se questa fosse risultata maggiore della seconda distanza, l'errore si sarebbe detto *sottrattivo*: in prosieguo lo stesso nome daremo a que'numeri che debbonsi aggiungere, o togliere d'altri per ogni qualsisia correzione.

547. Conoscendosi l'errore del grande specchio per un angolo dato, coll'aiuto della tavola seconda si troverà l'errore che conviene a

qualunque altro angolo misurato per mezzo di osservazioni incrociate, a dritta, o a sinistra. Il procedimento da tenersi per la ricerca di tali errori, è il seguente.

1. Si cerca nella tavola seconda, e nella prima colonna a sinistra che porta il nome di angolo misurato, la quantità de'gradi e minuti dell'angolo osservato nella rettificazione del grande specchio; indi nella sua linea orizzontale, e nella colonna che l' appartiene, cioè in quella che porta il nome della specie dell' osservazione fatta a dritta, a sinistra, o incrociata, si prende il numero attribuitogli dalla tavola ; avvertendo che se la quantità dell' angolo suddetto è compreso fra due numeri registrati nella tavola si determini il quarto proporzionale alle rispettive differenze, e si aggiungerà il numero corrispondente alla quantità dell' angolo prossimativamente minore.

2. Si cerca nella stessa colonna degli angoli misurati il numero esprimente l'angolo osservato da correggersi, e si vede quale numero gli corrisponde nella linea orizzontale tirata da esso, e nella colonna della specie dell' osservazione fatta.

3. Indi si determina il quarto proporzionale, in ordine al primo ed al secondo numero, rinvenuti nella tavola, ed all'errore trovato nella verifica eseguita. Siffatto quarto termine si aggiungerà o si toglierà dall'angolo osservato da correggersi, secondochè l'errore rinvenuto nella verifica, sarà additivo o sottrattivo; e dalla somma, o dal residuo si avrà l' angolo osservato corretto.

Esempio.

Con un cerchio di riflessione si è misurata la distanza angolare di 87°.38' per mezzo di osservazioni incrociate, mentre fatta la verificazione del parallelismo delle facce del grande specchio, si è rinvenuto l' errore additivo in 24'' per l'angolo osservato in tale rincontro di 122°, 1'. Si domanda la correzione da farsi all'angolo, or ora misurato.

Num.° corrispond. all' ang. pros. min.	120°	=	1'.31''	
Idem all' ang. pros. mag.	125	=	1. 53	
Differenza. . =	5	=	22	

Angolo prossimo minore . . =	120°
Angolo nella rettificazione. . =	122. 1'.
Differenza. . . . . . . =	2. 1.

$$5^\circ : 2^\circ.1' :: 22'' : x.$$

o invece $300' : 121' :: 22'' : x = 8'', 87.$

Numero corrispond. all' angolo pross. minore $120° = 1'. 31''$
Parte proporz. . . . . $+ \quad 9$

Numero corrisp. all' angolo della rettificaz. . $1. 40.$

Numero corrispond. all'angolo pross. minore $95° = \quad 37.$
Numero corrispond. all' angolo pross. magg. $100° = \quad 43.$

Differenza . . $5° = \quad 6.$

Angolo dato . . . . . $= \quad 97.° \, 38'.$
Angolo pross. min.. . $= - 95.$

Differenza . . . . $= \quad 2. \, 38.$

$5° : 2°. \, 38' :: 6'' : x.$

o $\quad 300' : \quad 158' :: 6'' : x = 3.$

Numero corrispond. all' ang. pros. min. . . . $95° = 37''$
Parte proporz. . . $+ \; 3.$

Numero corrispond. all' ang. dato . . . . . . $= 40.$

Dunque $\quad 1'. \, 40'' : 40'' :: 24'' : x = 10''$

Laonde l' angolo dato . . . . $= \quad 97.° \, 30'$
Correzione. . $= + \quad 00. \, 10''$

Angolo dato corretto . . . . $= \quad 97. \, 30. \, 10.$

548. L' accorto marino potrebbe formarsi una tavola degli errori del grande specchio, che appartengono agli angoli tutti da misurarsi, si per mezzo di osservazioni incrociate, che mediante quelle a sinistra, o a dritta, operando per ciascun angolo nel modo indicato nel numero precedente.

549. Per gli ottanti, e per li sestanti co' quali si fanno osservazioni a dritta; le verifiche, e le correzioni si fanno agli angoli osservati pel difetto del parallelismo delle facce del grande specchio nello stesso modo, che per li cerchi di riflessione.

550. Rimane in fine a riflettere che risultando dalla semplice ispezione oculare della tavola II, essere gli errori del grande specchio molto più piccoli nelle osservazioni incrociate, che in quella che si fanno a dritta; e perchè le ultime sono quelle che ordinariamente si fanno con gli ottanti, e co'sestanti, si aggiunge con ciò un'altro motivo per dare la preferenza al cerchio di riflessione.

Verifiche del parallelismo delle facce de' vetri colorati.

551. Si situa la linda del grande specchio su d'una delle divisioni del lembo, e sia questo il punto zero, per esempio; si situa il piccolo specchio parallelo al grande, si collocano nei punti C, e D (fig. 34), due vetri neri di maggiore opacità. Indi dirigendo il cannocchiale verso il sole si fa muovere la linda del piccolo specchio fino a che l'orlo inferiore del sole veduto per riflessione, vada in contatto coll'orlo superiore veduto direttamente col cannocchiale. Fatto ciò si volterà nel suo luogo il vetro posto in C, in modo che la faccia che rimaneva dal lato del piccolo specchio passi dalla parte del cannocchiale; e si osserverà di nuovo il sole: se gli orli de'due dischi si vedono nella seconda osservazione tuttavia in contatto, il vetro posto in C avrà le sue facce parallele, o per lo meno sarà in uno stato da non produrre error sensibile; ma se in vece nell'ultima osservazione si vedono i due dischi separati, o che l'uno passi sull'altro, in tal caso le due superficie del vetro in C non saranno affatto parallele.

552. Per determinare l'errore che produce nelle osservazioni il difetto del parallelismo delle due facce del vetro in C, si riporteranno in contatto le due immagini riflessa, e diretta del sole col muovere la linda del piccolo specchio; poichè la metà dell'arco percorso da questa, indicherà l'errore cercato, il quale sarà additivo, se per ottenersi il contatto ultimo, la linda è stata trasportata a sinistra della sua primitiva situazione, e sarà sottrattivo nel caso contrario: avvertendo che nell'osservazione il vetro in C debba essere collocato, come lo è stato situato, allorchè si è avuto il primo contatto.

Di fatti suppongasi che l'indice della linda del grande specchio ritrovandosi in O (fig. 41), quello della linda del cannocchiale resti in P, allorchè i due specchi sono paralleli, e che nel movimento del primo contatto, l'indice di quella del piccolo specchio sia in A, sarà l'arco PA l'esprimente la distanza de'due orli del sole; se per ottenere il secondo contatto si è fatto muovere la linda del picciolo specchio da A, in A′, cioè a sinistra della prima posizione, sarà PA′ la distanza degli orli del sole nella seconda posizione del vetro colorato, e PI, sarà la distanza media, supposto che il punto I sia il punto medio di AA′. L'errore dunque sarà AI in tal caso, ed è evidente essere lo stesso additivo. Come pure è manifesto che il medesimo errore sarebbe sottrattivo, se la linda del piccolo specchio fosse stata trasportata a destra della sua prima posizione.

553. S'intende con facilità che si otterrebbe lo stesso risultamento, rimanendo fissa la linda del cannocchiale in A, e trasportando quella del grande specchio in un punto O′, distante da O della quantità OO′= AA′, onde ottenere il primo contatto; se dopo aver voltato il vetro colorato nel suo proprio luogo, i due dischi si sono separati, o l'uno è passato sull'altro, si ristabilisce il contatto facendo muovere la linda del

grande specchio; l'errore del vetro colorato sarà sempre eguale alla metà dell'arco percorso dalla linda del grande specchio per riaversi l'ultimo contatto. Tal'errore sarà additivo quando si è trasportata la linda a destra della sua prima posizione, e sottrattivo nel caso contrario.

554. Onde ottenersi con maggior precisione l'errore prodotto dal difetto del parallelismo delle due facce del vetro colorato posto in C, bisogna ripetere due volte l'operazione di sopra indicata, e prendere il quarto dell'arco totale percorso dalla linda del grande specchio.

555. Verificato il vetro nero posto in C, si passerà questo in D, e quello che era nell'ultimo luogo, si situerà in C; si eseguiranno le medesime operazioni per la verifica del secondo vetro; e così si praticherà per gli altri vetri neri. Nell'istesso modo si procederà per la verifica di ciascun de'grandi vetri neri, adoprando all'oggetto uno de'piccoli vetri che si colloca in D.

556. Colle stesse operazioni si potrà verificare il parallelismo dei vetri verdi, rapportando le osservazioni al diametro della luna, allorchè sarà piena, o riferendole ad un oggetto terrestre ben terminato.

557. L'enunciate verifiche debbono avere anche luogo, e si eseguono nello stesso modo per li vetri colorati degli ottanti, o de'sestanti.

558. Si avverte che nelle osservazioni incrociate, il cerchio di riflessione presenta il vantaggio di dispensare l'osservatore di tener conto degli errori prodotti dal difetto dol parallelismo delle facce de'piccoli vetri colorati; ciò è tanto vero che se tali vetri danno gli angoli troppo grandi nelle osservazioni a sinistra, essi li daranno troppo piccoli in quelle a dritta, e precisamente della stessa quantità. Cosa che non si avvera per li grandi vetri, perchè l'incidenza de'raggi su di essi essendo più obbliqua nelle osservazioni a dritta, che in quelle a sinistra, gli errori che sono sempre in senso contrario, non essendo eguali, non vengono a compensarsi nella totalità.

559. Intanto siccome non debbonsi impiegare i vetri grandi, che nel solo caso in cui gli angoli a misurarsi sono compresi tra 5°. 20', e 34° (530), e che per questi piccoli angoli gli errori sono ad un di presso gli stessi nel caso che l'incidenza sarebbe perpendicolare, perciò si può sempre senza tema di grave inconveniente supporre nelle osservazioni incrociate, che tali errori si distruggono.

Misura dell'angolo che l'intervallo de'fili occupa nel campo del cannocchiale.

560. Si fa girare la parte oculare del tubo del cannocchiale fino a che i fili sembrano perpendicolari al lembo; indi posta la linda del grande specchio su d'una divisione del lembo, e sia il punto zero, per esempio, si dirigerà il cannocchiale su d'un oggetto lontano e ben distinto, e si farà muovere il cerchio di riflessione intorno intorno la linda del piccolo specchio, sino a che l'immagine diretta e riflessa

coincidono; si ferma questa linda con la vite di pressione, e si fa girare quella del grande specchio, sino a che l'immagine diretta rimanendo su di uno de'fili, l'immagine riflessa cada sull'altro filo; l'arco percorso dalla linda del grande specchio indicherà la distanza angolare dei due fili.

Della deviazione.

561. In tutte le osservazioni, il contatto delle immagini deve riportarsi nel piano parallelo a quello dell'istrumento; affinchè ciò avvenga, bisogna che la posizione dell'asse del cannocchiale sia quella che debba essere (542), ed inoltre che tale contatto abbia luogo nel punto medio fra i due fili; ma se il contatto non succede nell'indicato punto medio, in tal caso la distanza del punto del contatto al punto medio dell'intervallo de'due fili, è quella quantità che dicesi *deviazione*.

562. Conoscendosi l'angolo che l'intervallo fra i due fili occupa nel campo del cannocchiale, l'osservatore allorchè non ha potuto ottenere il contatto nel punto medio fra i due fili medesimi, valuterà prudenzialmente di quanto il punto del contatto è più vicino ad un filo, che ad un altro, e fatta la estimazione potrà facilmente conchiudere sulla quantità della deviazione: Suppongasi per esempio che la distanza fra i due fili sia di 114', e per istima si crede che il contatto abbia avuto luogo nella terza parte dell'intervallo fra i due fili; la distanza di questo punto dal filo più vicino verrebbe ad essere di 38', ma tale distanza avrebbe potuto essere di 57' dal filo medesimo, nel caso che il contatto fosse avvenuto nel punto medio dell'intervallo fra i due fili; dunque la deviazione nell'esempio proposto sarebbe di 19'.

563. Sempre che l'osservatore non ottiene il contatto delle due immagini nel punto medio dell'intervallo fra i due fili, gli angoli misurati saranno troppo grandi. Per cercare la correzione che conviene applicare a tali angoli, bisogna determinare la deviazione nel modo indicato nel numero precedente. Indi si ricorre nella tavola 3ª, ove si prende il numero che corrisponde alla linea orizzontale dell'angolo osservato, ed alla verticale della deviazione rinvenuta; tale numero che sarà sempre sottrattivo, è quello che debbasi togliere dall'angolo osservato, per aversi l'angolo corretto. Suppongasi l'istesso esempio del numero precedente, ove la deviazione è risultata di 19', ed immaginiamo essere l'angolo osservato di 73°, si avrà dalla tavola III che la correzione da farsi è di 5''; e perciò l'angolo osservato corretto $= 73° - 5'' = 72°.59'.55''$.

564. Nondimeno sulla considerazione di esser cosa difficile lo estimare la distanza del punto del contatto dal filo più vicino, nella pratica l'osservatore si coopererà per quanto può di far avvicinare il contatto al punto medio dell'intervallo, potendo non tener conto della correzione per causa della deviazione; e ciò a sentimento de' più cordati fra i moderni scrittori.

Del modo di fare le osservazioni col cerchio di riflessione.

Per l'altezza del sole.

565. Potrà eseguirsi tale operazione in due maniere, sempre che non si tratta dell'altezza meridiana; ed esse sono, o per mezzo di osservazioni incrociate; o mediante osservazioni semplici.

Per le osservazioni incrociate.

566. Dopo aver ben rettificato l'istrumento, l'osservatore collocherà uno de'grandi vetri colorati d'avanti il grande specchio, nel caso che l'altezza sarà compresa tra 5°. 20', e 34°; in ogni altro caso adoprerà uno de'piccoli vetri, situandolo fra il grande, ed il piccolo specchio, indi fisserà la linda del grande specchio in una delle divisioni del lembo, e sia questo il punto zero, per esempio. Fatto ciò prenderà l'istrumento con la mano sinistra, e disponendolo nel verticale del sole, guarderà per mezzo del cannocchiale l'orizzonte, farà muovere il cerchio intorno intorno la linda del piccolo specchio, dimodochè quella del grande specchio, si allontana dalla prima, fino a chè l'immagine riflessa dell' orlo inferiore del sole, tocchi l'orizzonte veduto direttamente: questa prima osservazione che vedesi fatta a sinistra essendosi portata a termine, l'osservatore fermerà la linda del cannocchiale per mezzo della vite stringente; indi prendendo l'istrumento con la mano destra, guarderà di nuovo l'orizzonte per mezzo del cannocchiale, e farà muovere la linda del grande specchio con ravvicinarla all' occhio fino a che l'immagine dell'orlo inferiore del sole vada a toccare l'orizzonte. Fatto ciò prenderà la metà dell' arco percorso, ed avrà l'altezza dell'orlo osservato (552).

567. Si avverte che nell'istante in cui si ottiene ciascuno de'contatti, bisogna barcollare leggiermente l'istrumento intorno all'asse del cannocchiale, e rettificare il contatto con l'aiuto della vite di richiamo del nonio della linda del grande specchio, come si è detto praticarsi per li sestanti, ed ottanti (495).

Per le osservazioni semplici.

568. Se si vuole misurare l'altezza per mezzo di osservazioni semplici, sia a dritta, sia a sinistra, bisogna premettere in prima l'osservazione preliminare del parallelismo de'specchi, di cui si è già parlato per gli usi de'sestanti, e degli ottanti (490), e che ora per maggior chiarezza siamo per ripetere.

Si ferma la linda del grande specchio su d'una divisione del lembo, e sia zero per esempio, si dirige il cannocchiale all'orizzonte, e si fa muovere la linda del piccolo specchio, sino a che l'immagine riflessa coincide colla diretta dell'orizzonte: se si rivolgono le osservazioni ad una stella, l'operazione sarà la stessa: basterà far coincidere nel campo del cannocchiale l'immagine diretta, con l'immagine riflessa della medesima.

Si possono parimenti dirigere tali osservazioni al disco del sole,

ed in tale rincontro la linda del grande specchio rimanendo sempre nel punto zero, si situeranno un vetro nero in C (fig. 34) ed un altro simile in D; fatto ciò si metteranno in contatto l'orlo superiore dell'immagine diretta del sole, coll'orlo inferiore dell'immagine riflessa del medesimo, facendo muovere la linda del cannocchiale, e si noterà la divisione marcata da questo regolo. Si metterà immantinenti in contatto l'orlo superiore dell'immagine riflessa, coll'orlo inferiore dell'immagine diretta, facendo sempre muovere la linda del cannocchiale, e si noterà pure la divisione marcata da questa linda. Si prenderà la metà della somma de' valori numerici delle due divisioni segnate dalla linda del piccolo specchio, e si avrà la graduazione della divisione del lembo, sulla quale bisogna mettere questa linda affinchè gli specchi sieno paralleli.

Esempio.

Suppongasi che la linda del cannocchiale abbia marcato 172°.38′ nella prima osservazione, e 173°. 28′ nella seconda; sarà la somma di tali quantità eguale a 346°.6′, e la semisomma=173°. 3′ che disegnerà la divisione del lembo, ove debba fermarsi la linda del piccolo specchio per aversi il parallelismo de'due specchi.

569. Fermata la linda del cannocchiale, ove i due specchi sono paralleli, volendosi osservare l'altezza del sole con osservazioni a dritta, tenendo l'istrumento con la mano dritta, si riporterà l'immagine del sole sull'orizzonte con ravvicinare all'occhio la linda del grande specchio: l'arco percorso da questa linda indicherà l'altezza del sole. Se poi vogliasi fare l'osservazione a sinistra, tenendo l'istrumento con la mano sinistra, si allontanerà la linda del grande specchio dall'occhio, sino a che l'immagine riflessa del sole, tocchi l'orizzonte coll'orlo inferiore; preso in tal caso il supplemento a 720° della divisione segnata dall'indice della scala di Vernier della linda del grande specchio, si avrà l'altezza cercata.

Per l'altezza della luna o di una stella.

570. Siffatte altezze si misurano nell'istessa maniera che quelle del sole, meno qualche piccola modificazione. Misurandosi tali altezze col cerchio di riflessione e con osservazioni semplici, bisogna sempre far precedere le osservazioni per fissare il punto del parallelismo de'specchi, e dopo debbansi tener presente le avvertenze fatte per simili altezze misurate coi sestanti (500, 502).

Per la distanza della luna al sole.

571. Se la luna è a sinistra del sole, si dirigerà il cannocchiale sulla luna, e tenendo l'istrumento nel piano de'due astri e dell'occhio, in maniera che gli specchi restano rivolti verso il cielo, si farà muovere il cerchio intorno la linda del cannocchiale, sino a che l'immagine riflessa del sole venga a dipingersi nel campo del cannocchiale prossimamente vicino all'immagine diretta della luna; si fermerà la linda

del cannocchiale, e per mezzo della vite di richiamo di questa si metteranno in contatto gli orli prossimiori de'due astri; indi si svolgerà l'istrumento, in modo che gli specchi restano dalla parte del mare, si dirigerà di bel nuovo il cannocchiale verso la luna, e tenendo sempre l'istrumento nel piano che passa per li centri degli astri e dell'occhio, l'osservatore ravvicinerà a se la linda del grande specchio, onde far rientrare l'immagine del sole nel campo del cannocchiale, fino a che si accosta all'orlo della luna veduto direttamente: fermata la linda del grande specchio, rimetterà il contatto degli orli viciniori de'due astri coll'aiuto della vite di richiamo. La metà dell'arco percorso dalla linda del grande specchio, dopo il punto, ove ritrovavasi nella prima osservazione, indicherà la distanza cercata.

572. Si avverte di tener cura a rettificare il contatto de'due astri, in ciascuna osservazione con barcollare leggiermente l'istrumento intorno l'asse del cannocchiale, osservando se in tale movimento i due astri si separano senza passare l'uno sull'altro.

Distanza della luna ad una stella.

573. Questa osservazione si fa nello stesso modo che la precedente, con la differenza che si deve in ciascuna osservazione dirigere il cannocchiale alla stella; e che bisogna mettere in contatto l'immagine diretta di questa coll'orlo illuminato della luna, il quale potrà essere il più vicino, o il più lontano dalla stella.

574. Negli usi del cerchio di riflessione vi si presentavano delle difficoltà a riportare l'immagine de'due oggetti nel campo del cannocchiale, ciò rendeva spesso l'osservazione lunga, penosa, ed anche inesatta.

L'addizione dell'arco XUZY (fig.34) ha fatto totalmente scomparire tali ostacoli. L'arco aggiunto trovasi con le sue estremità X ed Y, fermato nella linda del piccolo specchio, e vedesi guarnito di due pezzi di ottone U e Z, che diconsi *cursori*, i quali si muovono sull'arco, e si fermano ove si vuole coll'aiuto di viti stringenti. Allorchè i due specchi sono paralleli, la linda EF occupa approssimativamente il punto medio di questo arco; a partire da ciascun de'punti *o* verso X ed Y, l'arco è diviso in gradi.

575. Per far entrare tutto ad un tratto nel campo del cannocchiale le immagini de'due astri, di cui si cerca misurare la distanza, si proceda così. Si calcolerà approssimativamente tale distanza, ed in corrispondenza dell'ora dell'osservazione, ricorrendo alla tavola della conoscenza de'tempi, come sarà indicato; indi fissata la linda del grande specchio su d'una delle divisioni del lembo, e sia questo il punto zero, per esempio, si farà l'osservazione del parallelismo de'specchi (568); fatto ciò si farà muovere la linda del cannocchiale nel senso delle divisioni del lembo, con farle descrivere un arco eguale alla distauza cercata; poi guardando col cannocchiale l'astro meno luminoso per mezzo di osservazione a sinistra, si vedranno le due immagini nel campo del cannocchiale, che si

metteranno in contatto per mezzo della vite di richiamo della linda del piccolo specchio. Si fermerà il cursore Z in modo che tocchi la linda del grande specchio. Si situerà il punto *f* del cursore U sulla divisione eguale a quella indicata dal punto *i* del cussore Z, ed ivi si fermerà; si farà muovere leggiermente la linda del grande specchio fino a che tocchi il cursore U; guardando tuttavia l'astro meno luminoso per mezzo di osservazioni a dritta, si vedranno le due immagini nel campo del cannocchiale, che si disporranno in contatto per mezzo della vite di richiamo della linda del grande specchio. Si farà muovere la linda del cannocchiale, fino a che il cursore Z vada a toccare la linda del grande specchio, e si farà una seconda osservazione a sinistra. Si rimetterà la linda del grande specchio che tocchi il cursore U, e si farà una seconda osservazione a dritta: così di seguito.

SEZIONE III.

Delle correzioni da farsi all'altezza osservata per aversi la vera altezza dell'astro.

§. I.

Della depressione dell'orizzonte.

576. L'osservatore stando in mare largo, ed in un punto superiore, vedesi situato sul vertice d'un cono retto, la di cui base ha per circonferenza la curva che gli sembra separare il cielo dal mare, la quale dicesi *orizzonte apparente*; mentre la superficie convessa di tale cono vien composta da infinite rette che partono dall'occhio dell'osservatore, e giungono all'orizzonte apparente: è chiaro che tali rette sono tangenti alla superficie terrestre contenuta dal medesimo cono.

577. Parlando della maniera di misurare l'altezza d'un astro, si è detto riportarsi l'astro all'orizzonte fisico; e con ciò si è voluto intendere che l'angolo della distanza dall'orizzonte all'astro, posto nell'emisfero visibile, dovrebbe avere il vertice nella superficie della terra, ove si è supposto collocato l'occhio dell'osservatore nel momento che ne eseguiva la misura.

578. Subito che l'osservatore nel prendere l'altezza di un astro, trovasi situato in un punto elevato sul livello del mare, l'angolo esprimente la distanza dell'astro all'orizzonte, avendo il vertice nell'occhio dell'osservatore, ed uno de' lati che mette termine nell'orizzonte apparente, un tale angolo che chiamiamo *altezza osservata*, è maggiore della distanza dell'astro all'orizzonte fisico. La differenza di queste due altezze è quella che dicesi *depressione dell' orizzonte, o inclinazione orizzontale*, la quale non è altro che l'angolo contenuto dalle due linee rette tirate dall'occhio dell'osservatore, una in senso parallelo all'oriz-

zonte, e l'altra che giunge all'orizzonte apparente; e tali rette non sono che le due sezioni formate nel verticale dell'astro, tagliato dal piano orizzontale che passa per l'occhio, e dalla superficie del cono che ha per base l'orizzonte apparente. Dunque dall'altezza ottenuta coll'aiuto d'un istrumento, hisogna togliere la depressione dell'orizzonte. L'altezza osservata, corretta della depressione dell'orizzonte, dicesi *altezza apparente*.

579. Per migliore intelligenza delle cose esposte, guardasi la fig. 42, in dove dinotino BFD la sezione della superficie della terra fatta dal verticale dell'astro S, AB il numero de' piedi in cui l'osservatore trovasi situato al di sopra del livello del mare, AH la sezione del verticale dell'astro col piano parallelo all'orizzonte, che passa per l'occhio, BH' la sezione del verticale medesimo coll'orizzonte vero, AD la sezione dello stesso verticale con la superficie del cono che ha per base l'orizzonte apparente, ed SA un raggio di luce che giunge all'occhio dell'osservatore. Or rapportando l'astro al punto D dell'orizzonte apparente, come siamo costretti di fare nella misura dell'altezza, l'angolo SAD dinota l'altezza osservata; ma rapportandolo al punto H' dell'orizzonte vero, come si dovrebbe, si verrebbe ad avere l'angolo SBH' che esprime l'altezza dell'astro. Dal punto A si tiri AE parallela a BS. Poichè l'angolo EAH è eguale all'angolo SBH' per essere paralleli i lati dai quali sono contenuti, e l'angolo EAS = ASB, come alterni, risulta che la differenza tra SBH', ed SAH è quanto ASB; ma l'ultimo angolo si può prendere per un nulla, giacchè la sua base AB è infinitamente piccola per rapporto alla distanza del punto S, dunque SBH' = SAH'; e perciò SAD esprimente l'altezza osservata, come maggiore di SAH', di quanto è HAD, è pure maggiore dell'altezza apparente dell'astro di quanto è la depressione dell'orizzonte.

580. Per stabilire il metodo di calcolazione, onde determinare la quantità esprimente la depressione dell'orizzonte, si prolunghi AB fino al punto C, centro della terra, e si congiunga CD. Poichè nel triangolo DAC rettangolo in D.

$$1 : \text{Tang.}\, C :: CD : DA,$$

ed essendo $ACD = 90^\circ - DAC$

e $DAH = 90 - DAC$

sarà $DAH = DCA$

Quindi $1 : \text{Tang}\ DAH :: CD : DA$; e conseguentemente

$$1 : \text{Tang}^2.\, DAH :: CD^2 : DA^2.$$

ma $AD^2 = FA \times AB.$

Perciò $1 : \text{Tang}^2.DAH :: CD^2 : AF \times AB$

o invece $CD^2 : AF \times AB :: 1 : \text{tang}^2 DAH$;

laonde $$\text{Tang}^2 DAH = \frac{AF \times AB}{CD^2}$$
$$= \frac{(2CD + AB) AB}{CD^2}$$

Or subito che la AB è infinitamente picciola per rapporto a 2CD, potrà senza errore sensibile esser soppressa nella parentesi; dal che si avrà

$$\text{Tang}^2 DAH = \frac{2CD \times AB}{CD^2} = \frac{2CD \times AB}{CD \times CD} = \frac{2AB}{CD},$$

perciò $$\text{Tang } DAH = \sqrt{\frac{2AB}{CD}}$$

Ciò posto esprimendosi con i la depressione dell' orizzonte, con e l' elevazione dell' occhio sul livello del mare, e con r il raggio terrestre; si avrà la seguente formola per la determinazione dell' inclinazione orizzontale.

$$\text{Tang } i = \sqrt{\frac{2e}{r}}$$

581. Per effetto della rifrazione di cui da qui a poco parleremo, l' orizzonte apparente si vede da noi più elevato; e perciò il valore dell'angolo HAD, che si ottiene dalla formola stabilita è alquanto grande, ed ha bisogno d' una correzione sottrattiva, affinchè possa dinotare la effettiva depressione dell' orizzonte. Dopo reiterate, ed accurate osservazioni si è conchiuso che la differenza tra tali due angoli è di o, o8; e percio dal valore che si ottiene dalla formola, togliendone o, o8, si avrà la depressione dell' orizzonte.

582. Per mezzo di corrispondenti elementi si è formata la tavola IV, onde avere prontamente la quantità dell' inclinazione orizzontale che appartiene all'elevazione dell'occhio dell'osservatore.

583. Le depressioni dell' orizzonte, sono come le radici quadrate delle altezze dell' occhio, alle quali corrispondono. Di fatti si esprimano con e, e' due differenti altezze dell'occhio, si avrà

$$\text{Tang } i = \sqrt{\frac{2e}{r}}$$

$$\text{Tang } i' = \sqrt{\frac{2e'}{r}}$$

Laonde tang. i : tang. i' :: $\sqrt{\frac{2e}{r}} : \sqrt{\frac{2e'}{r}}$

ma le tangenti de' picciolissimi archi, sono proporzionali agli archi medesimi; perciò si avrà

$$i : i' :: \sqrt{e} : \sqrt{e'}$$

§. 2.

Della rifrazione astronomica.

584. Si è detto intendersi generalmente per rifrazione il cangiamento di direzione a cui va soggetto un raggio di luce nell'attraversare obbliquamente due mezzi di differenti densità (428).

585. È cosa risaputa che una sostanza fluida che dicesi *Aria*, circonda la nostra terra; e ch'essa sia trasparente, elastica, ponderabile, e dilatabile, formata dalla mescolanza di due gas (a), l'ossigene, e l'azoto nel rapporto di 1 : 4, ed anche di piccola quantità di *acido carbonico*.

586. Dicesi *atmosfera terrestre* quella massa d'aria, che circonda la terra da per ogni dove fino ad una altezza definita, e dalla quale viene accompagnata nel suo duplice moto di rotazione, e di traslazione. La sua forma è quella d' uno sferoide schiacciato verso i punti sottoposti ai poli del mondo, e vien composta da infiniti strati infinitamente piccoli, tutti concentrici alla superficie terrestre, la densità de' quali decresce dall'alto in giù in progressione geometrica.

587. Dalle cose dette si ricava che l'atmosfera ha proprietà rifrattiva, le di cui leggi saremo per esaminare ne' numeri seguenti.

588. Sia AM un vaso le di cui pareti non siano affatto trasparenti (fig. 43). Sia inoltre;

1. B un punto luminoso posto nel fondo interiore del vaso, che supponiamo essere di cavità sferica; sarà il punto B il vertice d'una superficie conica, le di cui generetrici saranno i raggi di luce, che radono gli orli superiori delle pareti del vaso; e sia BCD uno di tali generatrici. È manifesto che posto l'occhio in E al di sotto della proposta generatrice, non potrà l'osservatore vedere l'oggetto nel punto B, che fino a quando il vaso rimane vuoto; ma riempito poi di acqua, l' occhio in E se è molto dappresso la retta BCD, e sempre al di sotto, vedrà l' oggetto luminoso non in B, ma in B' più elevato nell'acqua, che non lo è realmente. Dunque BC entrando nell' aria, ch'è un mezzo meno denso di quello da cui è partito, ha dovuto prendere una novella direzione CE,

(a) Diconsi *Gas*, o *Fluidi Elettrici permanenti*, que' fluidi elastici che non si convertono in vapori, che qualora vengono compressi gagliardemente, e quando si raffreddano per molti gradi al di sotto della congelazione, così sono i *gas ossigene*, l' idrogene, l' azoto: il più leggiero è l' idrogene.

allontanandosi dalla perpendicolare GF più di quello che non lo era la direzione BCD, quando il vaso era vôto.

2. Suppongasi al contrario l'occhio in B, ed il punto luminoso in E, al di sotto della direzione BCD. L'occhio non vedrà l'oggetto in E, che quando il vaso è vôto; ma se il vaso si riempie a sufficienza d'acqua, l'occhio posto in B vedrà l'oggetto, non in E, ma in D, più elevato che non lo è realmente. Dunque il raggio CE passando dall'aria nell'acqua ch'è un mezzo meno raro, ha preso una novella direzione CB più ravvicinata alla perpendicolare CG, di quanto l'era la direzione CB' che avea quando il vaso era vuoto.

589. Applichiamo tal'esperienza alla rifrazione che il raggio di luce soffre nell'attraversare l'atmosfera. Sia O (fig. 44) il punto della superficie terrestre ove sta l'osservatore. Siano TQ, KCR ecc: le sezioni de' differenti strati dell'atmosfera col verticale d'un astro in S, e sia SG un raggio di luce che parte dall'astro, e incide obbliquamente sulla superficie rifrangente: tale raggio fino a che giunge nell'atmosfera siegue la linea retta, poichè attraversa lo stesso mezzo (425); e giunto che sarà nel punto G del primo strato dell'atmosfera TQ, passando obbliquamente in un mezzo più denso, la sua direzione incomincia a distornarsi, e continuando a penetrare nei strati susseguenti, che sono semprepiù densi, verrà deviato maggiormente, e dopo aver descritta la curva GABDEFO; o una porzione del perimetro di un poligono d'una infinità di lati, giunge a fare la sua impressione nell'occhio, secondo la direzione dell'ultimo elemento FO. Or l'osservatore vedendo l'oggetto sempre in linea retta, crederà che l'astro sia nel prolungamento di FO, cioè in S', e non già in S; quindi l'astro gli sembrerà più vicino allo zenit di quello che non lo è realmente; conseguentemente, l'altezza si stimerà troppo grande di quanto è l'angolo SOS' che dinota la rifrazione, la quale a pretti termini si dovrebbe dire *rifrazione atmosferica*, ma comunemente vien detta *rifrazione astronomica*.

590. Laonde la rifrazione astronomica è l'angolo formato da due linee rette, tirate dall'occhio dell'osservatore una al punto dove sta l'astro realmente, e l'altra al punto, ove l'astro in apparenza sembra ritrovarsi; e che tale rifrazione si toglie sempre dall'altezza apparente per aversi l'altezza corretta.

591. Subito che è nulla la rifrazione del raggio di luce che incide perpendicolarmente sulla superficie rifrangente (427), ne risulta che la rifrazione dell'astro posto sull'orizzonte è la massima di quelle che l'astro ha in ogni altra sua posizione, che la stessa va diminuendo a misura che l'astro si eleva in altezza; e che la medesima è zero allorchè trovasi nello zenit, poichè in questo caso penetra l'atmosfera sempre perpendicolarmente ai strati che la compongono.

592. Le esalazioni della terra, decomposte, o condensate dal maggior, o minor calorico, rendono i strati dell'atmosfera, più o meno

densi e di una temperatura variante; e quindi la rifrazione astronomica viene ad aumentare, o a diminuire. Conseguentemente per determinare con precisione sufficiente la rifrazione atmosferica, bisogna conoscere il peso, cioè la densità dell'aria, nonchè la temperatura della medesima; siffatte conoscenze si ottengono con l'aiuto del *Barometro*, o *del Termometro*.

593. Il Barometro è un istrumento che serve a misurare il peso dell'atmosfera, e determinarne le variazioni. Esso si compone d'un tubo di vetro della lunghezza d'un metro circa, e di cinque a sei miliametri di diametro; tale tubo ripieno di mercurio ben purificato, è chiuso ermeticamente in una delle sue estremità; mentre l'altra che rimane aperta, è immersa in un pozzetto pieno di mercurio, ovvero è ricurva, e rivolta in alto. L'aria premendo col suo peso nell'estremità ritorta del tubo, o sul pozzetto, tiene il mercurio elevato nel tubo all' altezza media di 76 centimetri. Una scala divisa in pollici, o in centimetri posta lungo il tubo, fa conoscere le variazioni di questa altezza media, alle quali corrispondono altrettanti variazioni dello stato dell'atmosfera.

594. Il termometro è un istrumento che misura la temperatura dell'aria, cioè la quantità del calorico diffusa nell'atmosfera. Tale istrumento viene ordinariamente formato da un globetto di vetro, la di cui capacità è molto considerevole relativamente al diametro interiore del tubetto, di maniera che una picciolissima dilatazione nel volume di mercurio che esso contiene, si manifesta nel tubo per un'allungamento considerevole della colonna fluida; per mezzo di questa disposizione si perviene a rendere sensibili le picciolissime variazioni del calore. La graduazione incomincia dal termine della congelazione dell'acqua sino a quello della sua ebolizione. Il primo grado della scala è segnato da zero, l'ultimo in quello di Reamur da 80, ed in quello centigrado da 100, mentre in quello di Tareinthelth da 212. Il termometro per esser sempre costante nelle sue indicazioni, deve contenere del mercurio del massimo grado di purità, e che il suo tubo sia d'un calibro eguale in tutta la sua lunghezza.

596. Supposto il barometro segni $0^m,76$, ed il termometro centigrado segna $10°$ al di sopra di zero, la rifrazione orizzontale d'un astro per tale temperatura sarà di $33'. 46'', 3$. Nelle calcolazioni ordinarie dell'astronomia nautica, si potrà far uso della tavola V, onde ottenere la rifrazione che corrisponde ad una data altezza, calcolata relativamente alla densità; ed alla temperatura d'aria che si è supposta come media.

597. Nelle calcolazioni però che richiedono molta precisione, come sarebbero quelle dirette a determinare la longitudine del naviglio, debbasi correggere la rifrazione rinvenuta nella tavola V, dopo aver conosciuta l'altezza del mercurio nel barometro, ed i gradi di temperatura indicati dal termometro, ricorrendo alla tavola VI.

598. L'uso della tavola VI è il seguente.

Si prendono da questa tavola i fattori corrispondenti alle rispettive

divisioni del barometro, e del termometro, esprimenti la densità e la temperatura dell'aria; e moltiplicati fra essi siffatti fattori, se ne determina il prodotto. Indi dalla tavola V si prende la rifrazione corrispondente ai gradi, e minuti dell'altezza apparente dell'orlo osservato, ed il numero che la esprime si moltiplica pel prodotto ottenuto, onde avere il numero che indica la rifrazione convenevole alla data altezza, ed allo stato dell'atmosfera.

599. Si avverte che le divisioni del termometro al di sopra del punto zero, si fan precedere dal segno più, e con lo stesso segno si prendono dalla tavola VI; mentre le divisioni al di sotto del punto zero si fan precedere dal segno meno, e col medesimo segno si prendono dall'indicata tavola.

Esempio I.

600. Supposto l'altezza apparente del sole di 28°, e supposto ch'essa sia stata misurata, mentre il barometro segnava o^m, 778. ed il termometro di Reamur +18 centigradi; si domanda la rifrazione dell'astro.

Barometro o^m. 778 . . . . fatt. = 1, 023
Termom. + 18cent. . . . . fatt. = o, 971

Prodotto . . . . = o, 993

Altez. app. =28°. Rifraz. tav. V. . . . = 1'. 49", 2
Prodotto per la rifraz. cerc. . . . . = 1. 48. 46

Esempio II.

Mentre il barometro segnava o^m. 782, ed il termometro di Reamur + 7 centigradi, si è misurata l'altezza apparente d'un astro di 37°, 48'. Si domanda la rifrazione vera dell'astro.

Barom.° o^m. 782 fatt. . . . . = 1. 029
Termom.° +7 centig. . . . . = 1. 012

Prodotto. . . . . = 1. 041

Altez. app. 37°. 48', Rifraz. tav. V. . = 1'. 15". 5
Prod.° per la rifraz. cercata. . . . . . . = 1'. 18". 6

600. I vapori che esalano dalla terra, e si elevano nell'atmosfera, essendo diversi di specie, peso, e quantità; e variando la forza rifrattiva a seconda della densità di essi, ne avviene che le rifrazioni sono incostanti; e siccome i soli gas per la loro leggierezza si elevano

sull'atmosfera, e fraquesti il gas idrogene per essere il piùleggiero cerca sempre guadagnare le parti elevate, perciò l'incostanza delle variazioni nella rifrazione si rende molto sensibile nelle vicinanze dell'orizzonte. Tali circostanze fecero dire all'astronomo *de la Caille*, dopo laboriose calcolazioni fatte sul proposito, di non essere a portata di dar avviso su i cambiamenti della rifrazione per le altezze dell'astro al di sotto di 6°. Dunque è buon consiglio ricorrere alle osservazioni astronomiche, allorchè gli astri sono elevati sull' orizzonte al di là di 7° di altezza.

601. Subito che le perpendicolari ai differenti strati dell' atmosfera, ne' punti ove i raggi di luce incidono, sono nel piano del verticale dell'astro, n'emerge che l'astro abbenchè per effetto della rifrazione ci sembra più elevato, nondimeno lo stesso vedesi nel piano del suo verticale; e perciò la rifrazione non altera affatto le amplitudini, e gli azzimutti degli astri.

602. In fine rimane di avvertire che per gli astri situati nello stesso verticale, la distanza tra essi viene ad essere diminuita di quanto è la differenza, o la somma delle rifrazioni de' medesimi, secondochè si trovano allocati dall'istesso lato, o in due lati opposti per rapporto allo zenit; e che per quelli posti in due verticali differenti, la di loro distanza angolare diminuisce altresì per causa della rifrazione d' una quantità, che per determinarsi vi è bisogno d' una calcolazione di cui a suo tempo si terrà discorso.

§. III.

Della parallasse.

603. Sotto il nome di *parallasse* generalmente parlando, s' intende la distanza angolare di due punti, a' quali vien rapportato un'oggetto, veduto da due luoghi differenti.

605. In astronomia per parallasse, s' intende l' angolo sotto il quale si vedrebbe il semidiametro della terra da un osservatore posto nel centro dell' astro, cioè l' angolo contenuto da due rette tirate dal centro dell' astro, uno al centro della terra, e l'altra al punto della superficie dove sta l' osservatore.

605. Rappresentino ATRA' (fig. 45) la terra, C il suo centro, A il luogo dell'osservatore, CH' la sezione del verticale dell'astro coll'orizzonte razionale, AH la sezione dell'istesso verticale coll'orizzonte fisico, S un astro, e ZH' un arco del suo verticale; se si congiungano le rette CS ed AS, sarà l' angolo CSA l'esprimente la parallasse dell' astro S.

606. Or se dal punto C si guarderebbe l' astro, questo verrebbe riportato al punto B del verticale; ma in vece l' astro si osserva dal punto A, viene perciò lo stesso riportato al punto B' più vicino all'orizzonte di quello che non lo è il punto B. Si tiri AE parallela a CB. Or la vera altezza dell'astro S, venendo dinotata dall'angolo BCH' = EAH, mentre l' altezza misurata coll' istrumento viene espressa dall' angolo

B'AH, ne risulta con chiarezza che questo angolo è minore di quello della quantità espressa dall'angolo EAB'=CSA, parallasse dell'astro. Adunque l'effetto della parallasse è quello di diminuire l'altezza dell'astro, e perciò all'altezza apparente diminuita della rifrazione, bisogna aggiungervi la parallasse dell'astro onde avere l'altezza vera dell'orlo osservato del medesimo.

607. Dalla preparazione fatta alla figura 45, si ricava altresì che l'angolo parallattico, cioè la parallasse dell'astro, trovasi nel piano del verticale dell'astro, e quindi è da conchiudersi che la parallasse non altera punto le amplitudini, e gli azzimutti dell'astro; che la distanza tra gli astri posti nello stesso verticale ingrandisce per quanto è la somma o la differenza delle di loro parallassi, secondochè i due astri si trovano in due lati diversi, o dallo stesso lato per rapporto allo zenit; ed ingrandisce altresì se sono in diversi verticali.

608. Per stabilire la formola, onde determinare la parallasse di un'astro, si consideri il triangolo ASC (fig. 45), in cui

$$\begin{aligned} SC : AC &:: \text{sen } SAC : \text{sen } ASC \\ &:: \text{sen } SAZ : \text{sen } ASC \\ &= \cos SAH : \text{sen } ASC \end{aligned}$$

Ed esprimendosi SC con Δ, AC con r, SAH con h, ed ASC con p si avrà

$$\Delta : r :: \cos h : \text{sen } p.$$

Quindi
$$\text{sen } p = \frac{r \cos h}{\Delta}$$

cioè,
che il seno della parallasse, è uguale al raggio terrestre moltiplicato pel coseno dell'altezza apparente, diviso per la distanza dell'astro dalla terra.

609. Dal che si ricava che supposto i due astri egualmente distanti dal centro della terra, ed in disuguali altezze apparenti, le di loro parallassi sono come i coseni delle altezze apparenti dei medesimi; poichè esprimendo le altezze apparenti con h, h', si avrà

$$\text{sen} p = \frac{r \cos h}{\Delta}$$

$$\text{sen} p' = \frac{r \cos h'}{\Delta}$$

Quindi
$$\text{sen} p : \text{sen} p' :: \frac{\cos h}{\Delta} : \frac{\cos h'}{\Delta}$$

E perciò $p : p' :: \cos h : \cos h'$; cioè che le parallassi degli astri in egual distanza dal centro della terra, ed in disuguali altezze sono come i coseni delle altezze apparenti de' medesimi.

610. Laonde si ricava che

1. Le parallassi diminuiscono come crescono le altezze. 2. La pa-

rallasse orizzontale è la massima. 3. Giunto l'astro che sarà nello zenit la parallasse è zero.

611. Inoltre abbiano due astri eguali altezze apparenti, e sieno essi in disugual distanza dal centro della terra, che si esprimono con Δ, Δ', si avrà

$$\text{sen}\ p : \text{sen}\ p' :: \frac{r\cos h}{\Delta} : \frac{r\cos h}{\Delta'} :: \Delta' : \Delta$$

Quindi

$$p : p' :: \Delta' : \Delta;$$

cioè che le parallassi degli astri in eguali altezze apparenti, ed in disugual distanza dal centro della terra, sono in ragion inversa delle distanze, che i medesimi hanno dal centro della terra.

612. Laonde le parallassi del sole e d'una stella, sono in ragion inversa delle di loro distanze dal centro della terra; e siccome la massima parallasse del sole è di 8″, 6, così le stelle che sono in una distanza oltre modo più considerevole di quella del sole dalla terra, non hanno affatto parallasse sensibile: conseguentemente tutto ciò che si potrà dire in ordine alle parallassi degli astri, s'intende riferirsi particolarmente alle parallassi della luna.

613. Suppongasi l'astro in S″ sull'orizzonte, si avrà nel triangolo CAS″, rettangolo in A (fig.45).

$$CS'' : CA :: 1 : \text{sen}\ CS''A$$

cioè

$$\Delta : r :: 1 : \text{sen}\ p''$$

e perciò

$$\text{Sen}\ p'' = \frac{r}{\Delta}$$

cioè che il seno della parallasse orizzontale è eguale al semidiametro terrestre, diviso per la distanza dell'astro dal centro della terra.

614. Or la luna col suo moto proprio intorno alla terra variando continuamente di distanza da quest'ultima, ne risulta che la parallasse orizzontale della luna è incostante, e che tale variazione è sempre in ragion inversa della sua distanza dal centro della terra.

615. Infine si dimostra che il raggio sta al coseno dell'altezza apparente come la parallasse orizzontale sta alla parallasse in altezza. Poichè

$$\text{sen}\ p'' = \frac{r}{\Delta}\ (613), \text{e}$$

$$\text{sen}\ p = \frac{r\cos h}{\Delta}\ (609)$$

starà $\qquad \text{sen } p'' : \text{sen } p : \frac{r}{\Delta} : \frac{r \cos h}{\Delta}$

dunque

$$p'' : p :: r : r \cos h$$
$$:: 1 : \cos h;$$

ovvero $\qquad 1 : \cos h :: p'' : p$

laonde $\qquad p = p'' \cos h.$

616. Nella tavola V vi si vedono registrate le rifrazioni del sole meno la parallasse del medesimo, corrispondenti ai diversi gradi di altezza; e nella tavola VII vi si trovano notati i minuti delle parallassi della luna, diminuite della rifrazione che convengono ad una data altezza apparente della medesima.

617. La distanza del centro dell'astro dal centro della terra si può ottenere con molta precisione, per mezzo di osservazioni nel seguente modo.

Due osservatori si collocano su d'uno medesimo meridiano, ma in una gran distanza tra essi, e misurano le distanze apparenti dal di loro rispettivo zenit all'astro in proposito, allorchè questo passa pel di loro comune meridiano; e per intendersi bene il procedimento ulteriore, guardasi la figura 46, ove i punti A e A' rappresentano i luoghi de'due osservatori, LAZ, LA'Z dinotino le distanze apparenti dell'astro dei rispettivi zenit nel passaggio che l'astro fa pel punto L nel comune meridiano. E poichè nel triangolo isoscele ACA' sono noti AC, ed A'C per essere due semidiametri della terra, ed anche l'angolo compreso ACA' per essere misurato dall'arco AA' che è la somma, o la differenza delle latitudini de'punti A, ed A', secondochè tali latitudini sono di diversa o della medesima specie, si potranno perciò determinare il rimanente lato AA', e gli angoli CAA', e CAA; inoltre l'angolo LAA'=LAC—CAA'

$$\text{LAC} = 180° - \text{LAZ},$$

ed $\qquad \text{LA'C} = 180 - \text{LA'Z}$

ed è anche noto l'angolo LA'A=LA'C—AA'C si potranno in conseguenza determinare gli altri due lati LA, ed LA'. In fine nel triangolo LAC noti i due lati AC, AL non che l'angolo compreso LAC, si potrà determinare il rimanente lato LC, ch'esprime la distanza dell'astro dal centro della terra.

618. Nella tavola della conoscenza dei tempi vi si trovano registrate le parallassi orizzontali della luna pei luoghi posti sotto l'equatore, e siccome la terra è di figura ellittica, così le parallassi differiscono pei luoghi fuori dell'equatore a misura che questi si avanzano in latitudine. Nondimeno nella pratica si fa uso della parallasse equatoriale, qualunque

ne sia la latitudine del luogo dell' osservazione; ma nelle calcolazioni che esigono molta precisione, come quelle dirette ad ottenere la longitudine del naviglio, bisogna coll'aiuto della tavola 8.ª correggere la parallasse equatoriale di una quantità sottrattiva corrispondente alla latitudine dell' osservatore.

§. IV.

Del semidiametro.

619. Dicesi *semidiametro apparente* di un astro, o semplicemente *semidiametro*, l'angolo sotto il quale vediamo il raggio di tale astro, che passa pel contatto della tangente al medesimo astro, menata dall'occhio dell' osservatore.

620. Uno dei modi per determinare il semidiametro è il seguente. Coll' aiuto di un cannocchiale di passaggio, collocato su di un appoggio fisso, nel di cui fuoco vi sono due fili, l' uno perpendicolare all' altro, dei quali uno sia nel piano del meridiano del luogo, e lo stesso cannocchiale sia disposto in modo che l' astro, quando passa pel meridiano, trovasi nel campo del cannocchiale. Mediante un esatto orologio a secondi si misura l' intervallo di tempo del passaggio dei due orli opposti dell' astro pel filo del cannocchiale, fermato nel piano del meridiano. Si riduce l' intervallo di tempo ottenuto in minuti e secondi di grado, e dalla metà di questi ultimi si avrà l' esprimente il semidiametro cercato.

621. Diminuendo l' angolo, a misnra che cresce la distanza del suo vertice della base, risulta che il semidiametro d' un astro è tanto più piccolo, quanto maggiore è la sua distanza dall' occhio dell' osservatore.

622. Quindi i semidiametri degli astri sono tra essi in ragion inversa delle distanze che hanno dall' occhio dell' osservatore. Conseguentemente i semidiametri degli astri in uguali altezze sono nella stessa ragione delle di loro parallassi, poichè queste sono anche nella ragione inversa delle distanze degli astri dal centro della terra; ed escludendone la sola luna, per gli astri tutti, avuto riguardo alla gran distanza di essi dalla terra, si possono prendere senza error sensibile come uguali le distanze de' medesimi dal centro della terra, e dall' occhio dell' osservatore.

623. Si ricava inoltre che ritrovandosi le stelle in una distanza immensa dalla terra, i semidiametri apparenti di esse non sono da mettersi al calcolo, perchè sfuggono dalla nostra vista; e perciò si considerano le stelle come tanti punti brillanti nello spazio dell' universo.

624. Il semidiametro apparente del sole, durante la sua rivoluzione diurna, non va soggetto a verun cambiamento sensibile; perchè attesa la gran distanza di esso dalla terra, sfuggono alla nostra vista le piccole

variazioni nella distanza in cui questo astro lucido si ritrova dall'occhio dell'osservatore in tale periodo; ma siccome nel suo moto annuo sono bastantemente sensibili i cambiamenti di distanza, in cui il sole si ritrova dalla terra, così il semidiametro del medesimo è maggiore nell'avvicinarsi al suo perigeo; ed è minore nei punti più prossimi all'apogeo. Nella tavola della conoscenza de'tempi si vedono registrati i semidiametri del sole per le diverse epoche di ciascun anno. Noi esibiamo la tavola VIII per solo adornamento dell'opera.

625. In ordine poi alla luna è ben applicabile la massima che i semidiametri crescono come la luna si avanza in altezza; poichè *il coseno dell'altezza vera, sta al coseno dell'altezza apparente, come il semidiametro orizzontale, sta al semidiametro in altezza* (a).

Di fatti suppongasi l'astro in H (fig. 47) sull'orizzonte, e dopo in L in una altezza qualunque. Poichè essendo i semidiametri nella ragion inversa delle distanze che gli astri hanno dall'occhio dell'osservatore, ne risulta che il semidiametro dell'astro in H, sta al semidiametro dell'astro in L, come AL sta ad AH, o come AL sta a CL, giacchè AH si può prendere senza error sensibile per eguale a CH = CL. E poichè nel triangolo ACL, AL : CL : : sen ACL : sen LAC = sen LAZ, essendo sen ACL = coseno dell'altezza vera, e sen MAZ = coseno dell'altezza apparente, starà perciò il coseno dell'altezza vera, al coseno dell'altezza apparente come il semidiametro orizzontale stà al semidiametro in altezza.

Quindi per la luna la di cui parallasse è sempre molto maggiore della rifrazione, la sua altezza vera è pure sempre maggiore dell'altezza apparente; e perciò il coseno della prima è minore del coseno della seconda: conseguentemente il semidiametro orizzontale è minore del semidiametro in altezza. Laonde si conchiude che il semidiametro della luna cresce a misura che aumenta la sua altezza.

626. Mediante l'analogia stabilita nel numero precedente si potranno determinare i semidiametri della luna ne' diversi gradi di altezza; e dal confronto de'risultamenti si potrà conchiudere sul rapporto degli aumenti o delle diminuzioni del semidiametro istesso nelle diverse altezze. Nella tavola X si ritrovano registrati i semidiametri della luna ne' diversi gradi di altezza.

637. Dalle cose esposte si ricava che aggiunto il semidiametro all'altezza vera dell'orlo inferiore dell'astro, si avrà l'altezza vera del centro, e tolto lo stesso semidiametro dall'altezza vera dell'orlo superiore, si avrà l'altezza vera del centro dell'astro; e ciò secondochè si è presa l'altezza dell'orlo inferiore, o superiore dell'astro.

(a) Per semidiametro orizzontale s'intende il semidiametro apparente dall'astro, allorchè questo sorge, o tramonta.

SEZIONE IV.

Dell' orizzonte artificiale.

628. *L' orizzonte artificiale* è un istrumento che serve per misurare a terra, mediante un istrumento a riflessione, l'altezza del sole, allorquando l'orizzonte trovasi occupato da preeminenze. Esso consiste in un cristallo circolare e piano, incastrato in una montatura di ottone, e viene sostenuto da tre piedi a vite, i quali servono a disporre il cristallo in una situazione orizzontale. La superficie superiore del cristallo è ben pulita e levicata; ma la inferiore è appannata e nericcia; e ciò affinchè l'immagine del sole non possa essere riflessa che per la sola superficie superiore, onde scansare l'errore derivante dal difetto del parallelismo delle due superficie.

629. Per aversi l'altezza misurata coll'aiuto dell'orizzonte artificiale con una precisione convenevole, si richiede essenzialmente che il cristallo abbia una posizione orizzontale, e per disporlo nella ricercata posizione, si applica sulla superficie superiore del cristallo un *livello a bolla d' aria* (a), nella direzione di due de'tre piedi a vite; si apre una di queste due viti fino a che la bolla d'aria occupa precisamente il punto medio del livello, il quale si distingue per mezzo delle divisioni che in esso si vedono. Indi si trasporta lo stesso livello in un'altra situazione, ed in modo che sia perpendicolare alla prima, ed una delle sue estremità sia diretta alla terza vite; fatto ciò si farà muovere l' ultima vite fino a che la bolla d' aria occupa il punto medio delle divisioni del livello; e così si avrà l'orizzonte artificiale essere nella ricercata posizione.

630. Per misurare l'altezza del sole avvalendosi del descritto istrumento, bisogna oprare come appresso.

1° Si situa l'orizzonte artificiale su d'un poggiuolo solido, ed in modo che il cristallo abbia la superficie superiore in una posizione orizzontale.

2° Si rettifica l'istrumento a riflessione.

3°. Si pone un vetro colorato fra i due specchi; ed un'altro di una tinta alquanto differente, si colloca dietro il piccolo specchio.

4°. Si tiene l'istrumento nel piano del verticale del sole, ed in modo che possa vedersi la sua immagine riflessa per l'orizzonte artificiale; collocato pure nel verticale medesimo. Nelle osservazioni in parola, intenderemo per immagine riflessa, l'immagine che si riflette dall' orizzonte

(a) Il livello a bolla d' aria, consiste in un tubo cilindrico di vetro, della lunghezza poco meno del diametro dell' orizzonte artificiale, e del diametro di circa due centimetri o 9 linee; la sua superficie è convessa, ed in essa in senso parallelo all'asse del tubo vi si vede una superficie piana, che gli serve di base, allorchè vuolsi situare su d'un piano; le sue estremità sono ermeticamente chiuse; e la sua capacità vedesi riempita in buona parte di spirito di vino, o di etere, sul quale galleggia una bolla di aria di una indicibile mobilità, destinata a far conoscere la inclinazione del cristallo dell'orizzonte artificiale.

artificiale, e per immagine diretta l'immagine riflessa dal grande specchio.

5°. Si fa girare il grande specchio fino a che si mettono in contatto i due orli prossimiori delle due immagini diretta e riflessa: dall'arco percorso dalla linda si avrà il doppio dell'altezza dell'orlo inferiore del sole, la di cui metà esprimerà l'altezza misurata (a).

631. Si avverte che l'altezza ottenuta coll'ajuto dell'orizzonte artificiale non viene alterata dalla depressione dell'orizzonte.

632. Si potrebbe ottenere direttamente anche l'altezza apparente del centro del sole, con ripetere l'osservazione per la seconda volta nel modo come si è indicato nel numero precedente, con la differenza che nella seconda osservazione, bisogna mettere in contatto gli orli più lontani delle due immagini; ciò che si otterrà dalla seconda operazione sarà il doppio dell'altezza dell'orlo superiore. Si prende la somma dei gradi, e minuti de'due archi marcati nelle due osservazioni, ed il quarto di essa dinoterà l'altezza apparente del centro.

SEZIONE V.

Dell' uso della tavola della conoscenza de'tempi.

633. La tavola della conoscenza de'tempi è un lavoro formato dai componenti il burò di longitudine di Parigi, che in un sol volume vien pubblicato anno per anno, e sempre con l'anticipazione di tre anni. In essa vi si vedono registrati gli elementi che servono al marino per le calcolazioni di astronomia nautica. Tali elementi sono determinati pel meridiano di Parigi, ed in tempo medio per le diverse epoche dell'anno, e con maggior o minore intervallo di tempo secondochè le variazioni a cui tali elementi van soggetti, succedono più o meno lentamente.

634. Nelle calcolazioni ordinarie, per le quali non si richiede molta precisione, si suppone che gli elementi notati nella tavola in esame variano proporzionatamente agli intervalli di tempo ai quali si vedono corrispondere.

Quindi volendosi determinare siffatti elementi per uu luogo posto fuori del meridiano di Parigi, e per un dato tempo vero, bisogna in prima ridurre il dato tempo in tempo astronomico, poi convertirlo in tempo che si conta a Parigi, e quindi in tempo medio. Fatto ciò si prende la differenza tra le due epoche nelle quali cade il tempo dato, e

(a) Sia che il cannocchiale rovescia gli oggetti, sia che nò, rapportandosi all'orizzonte artificiale l'orlo più vicino dell'immagine diretta si viene a vedere sempre l'orlo inferiore; inoltre pel numero 243 la distanza ottenuta in tal modo viene ad essere il doppio della distanza dell'orlo inferiore dall'orizzonte artificiale, cioè il doppio dell'altezza del sole, e perciò tale altezza viene ad essere espressa dalla metà dell'arco percorso dalla linda.

poi ridotto; si determina in secondo luogo la differenza fra il tempo registrato nella tavola che prossimamente precede ed il dato; infine si prende la differenza fra gli elementi in proposito, corrispondenti alle due epoche marcate nella tavola, dentro di cui cade il tempo dato.

Indi si risolve l'analogia, *come la prima differenza, sta alla seconda differenza, così la terza differenza, sta al quarto termine*. Finalmente si aggiunge o si toglie il quarto termine cercato dall'elemento corrispondente all'epoca segnata nella tavola, che prossimamente precede al tempo dato, secondochè ciò che si cerca è in aumento o in decrescimento: dalla somma, o dal residuo si avrà l'elemento cercato pel tempo dato nel luogo della osservazione.

635. Si avverte che se all'epoca segnata nella tavola che immediatamente precede il tempo dato, ridotto per Parigi, vi corrisponde l' elemento di denominazione diversa di quella dell'elemento corrispondente all'epoca che prossimamente sussiegue, in tal caso si prenderà la somma de' due elementi par aversi il terzo termine dell'analogia stabilita, la quale risoluta darà un quarto termine, che posto in confronto coll' elemento corrispondente all' epoca che immediatamente precede il tempo dato, se si avvera il caso che il quarto termine ottenuto sia minore del cennato ultimo elemento, la differenza di essi esprimerà l' elemento cercato dell'istessa denominazione di quello corrispondente all'epoca che precede il tempo dato; ma se il quarto termine risulta maggiore, in tal caso si prende pure la differenza dei medesimi dati, ma questa disegnerà l'elemento cercato della specie del corrispondente all' epoca segnata nella tavola che prossimamente sussiegue al tempo dato: gli esempi seguenti daranno degli schiarimenti sufficienti per l'uso, e maneggio della tavola in parola.

Per determinare l' equazione del tempo.

636. Nella tavola della conoscenza de'tempi, vi si vede una colonna contenente il mezzodì vero di ciascun giorno segnato in tempo medio; e siccome l'uno può essere maggiore dell'altro tempo per una quantità poco più di 16′ (383), quantità che si è denominata equazione del tempo, così ne' casi in cui il tempo medio è maggiore del vero, si vedono registrati nella tavola i minuti ed i secondi di più che il tempo medio segna mezzodì, ed essi sono quelli ch'esprimono in conseguenza la equazione del tempo; mentre essendo il tempo medio minore del vero vi si trovano notate nella tavola le ore, i minuti, ed i secondi del mattino in tempo medio in cui succede il mezzodì, tanto minori di 12^{or}, per quanto è l' equazione del tempo. Premesso ciò passiamo alla pratica degli esempii.

Esempio I.

637. Si domanda l'equazione del tempo per le 7^{or}. 35′ del mattino in tempo medio del giorno 21 maggio 1840, per un luogo posto nella longitudine 13°. 50′ E.

Si converte il tempo dato a quello che si conta in Parigi.

Tem.med.pel luogo dell'osser. 1840 Mag. 21 a $7^{or}.35'$ del matt.
T.M. Astr. pel luogo 1840 Maggio 20 a. . . 19. 35
Distanza de' meridiani 13° 50' E . . . . = — 55.20″

T. M. A. per Parigi 1840 Maggio 20 a . . . 18. 39.40

Si determini l'equazione del tempo.

Eq.del tem.pel mezzodì 20 Mag. $= 12^{or} - 11^{or}$. 56'.14″,38 = 3'.45″,62
Idem per mezzodì 21 maggio $= 12^{or} - 11$. 56.17,85 = — 3.42, 15

Differenza . . . . = 3, 47

24^{or}, : 18^{or} 39', 40″ :: 3″, 47 : X = 2″, 69.

Equazione del tempo pel mezzodì 20 Maggio . . . . . = 3'.45″,62
— 2, 69

Equazione del tempo, che si cercava . . . . = 3. 42, 93

Esempio II.

Si cerca l'equazione del tempo per le 5^{or}. 37' della sera in tempo medio del giorno 15 agosto 1840, per un luogo posto nella longitudine 22° 30' O.

Tem.Med.Astr. pel luogo dell'osservaz. = 1840 agosto 15 a $5^{or}.37'$
Distanza de' meridiani = 22°.30' O. . . . . = + 1. 30

T. M. A. per Parigi = 1840 agosto 15 a 7. 07

Si determini l'equazione del tempo.
Equazione del tempo per mezzodì 15 agosto. . . = 4'. 10″, 13
Idem pel 16 agosto. . . . . = — 3'. 58, 11

Differenza . . . . = 12, 02

24^{or} : 7^{or}. 07' :: 12″, 02 : X = 3″, 56

Equazione del tempo per mezzodì 15 agosto . . . = 4'. 10″, 13
— 3, 56

Equazione pel tempo dato . . . . = 4. 6, 57

638. Convertire un tempo vero che si conta in un luogo, in tempo medio che si conta in Parigi.

Si riduce il tempo vero in tempo astronomico; e poi si converte questo in tempo che si conta a Parigi. Si determini l' equazione del tempo corrispondente al tempo dato ridotto per Parigi; ed aggiunta, o tolta dal tempo vero, secondochè questo è minore o maggiore del tempo medio, si avrà il tempo medio cercato.

Esempio.

639. Si vogliono convertire le ore 9. 38′ del mattino di tempo vero del dì 14 marzo 1840, per un luogo posto nella longitudine 21°. 46′ E, in tempo medio che si conta in Parigi.

T. V. del luogo = 1840 marzo. . . . . 14 a 9^{or}, 38′ del matt.
— 1 + 12

T. V. Astr. del luogo = 1840 marzo 13 a 21. 38.
Distanza de'meridiani 21°. 46′ E . . . = — 1. 27. 4″

T. V. A. per Parigi = 1840 marzo 13 a 20. 10. 56

Si determini l'equazione del tempo.
Equazione del tempo per mezzodì 13 marzo . . . = 9′. 37″, 77
Idem per 14 marzo . . . . = — 9. 20, 79

Differenza. . . . . = 16, 98

$24^{or} : 20^{or}. 10′, 56″ :: 16″, 98 : X = 14″, 28.$

Equaz. del tempo per mezzodì 13 marzo = 9′. 37″, 77
— 14, 28

Eq. del tempo pel dì 13 Marzo a 20^{or}. 10′. 56″ = + 9′. 23, 49
Tempo V. A. per Parigi 1840 marzo 13 a . . . 20^{or}. 10. 56

T. M. A. per Parigi = 1840 marzo 13 a. . . . 20. 20. 19, 49

640. Ridurre un tempo medio che si conta in un luogo, in tempo vero che si conta in Parigi.

Si converte il tempo dato in tempo astronomico, e poi questo in tempo che si conta in Parigi. Indi si determini l'equazione del tempo, la quale aggiunta, o tolta dal tempo dato, secondochè il tempo medio è minore, o maggiore del tempo vero, e si avrà il tempo cercato.

Esempio.

Date le ore 9. 38′ della sera in tempo medio del 19 ottobre 1840, che si contano in un luogo posto nella longitudine 12°. 48′ O, ridurle in tempo vero che si conta in Parigi.

T.M.Astr. del luogo dell'osservaz. = 1840 ottobre 19 a 9^{or} 38′.
Distanza de'meridiani = 12°. 48′ O. . . . . . . = + 51. 12″

T.M. Astr. per Parigi = 1840 ottobre 19 a 10. 29. 12

Eq. del tem. a mezzodì del 19 ott. = 12^{or} — 11^{or}.44′.59″, 82 = — 15′.00″, 18
Idem a mez. del 20 detto = 12 — 11. 44. 49, 69 = 15. 10, 31

Differenza . . . . = 10, 13

24^{or} : 10^{or}. 29′. 12″ :: 10″, 13 : X = 4″, 43.

Equ. del tempo per mezzodì 19 ottobre. . . . . . . = 15′. 00″, 18
\+ 04, 43

Equazione pel tempo dato. . . . . = + 15, 04, 61
T. M. A. per Parigi = 1840 ottobre 19 a. . . . 10^{or}.29, 12,

T. V. A. per Parigi = 1840 ottobre 19 a 10, 44. 16, 61

642. *Per determinare la longitudine del sole.*
Si riduce il tempo pel quale si cerca la longitudine che si conta sul luogo in tempo medio astronomico che si conta in Parigi; ed in ordine a quest'ultimo si determina la longitudine come nell'esempio seguente.

Esempio I.

643. Si domanda la longitudine del sole per le ore 7^{or}. 28′ del mattino in tempo medio del giorno 23 aprile 1840, per un luogo posto nella longitudine 148°. 57′. Est.

T. M. del luogo = 1840 aprile 23 a 7^{or}. 28′ del mattino
— 1 + 12.

T.M. Astr. del luogo = 1840 aprile 22 a 19. 28
Long. del luogo. . . = 148°. 57′E = — 9. 55, 48″

T.M. A. per Parigi 1840 aprile 22 a . . . 9. 32. 12

Long. del sole pel mezzodì 22 aprile . . . = — 32°. 23', 28"
Idem pel mezzodì 23 aprile. . . . . = 33. 21. 51, 6

Differenza . . . . = 58. 23, 6

24^{or} : 9^{or}. 32'. 12" : : 58'. 23", 6 : x = 23'. 19", 2.

Longitudine del sole pel mezzodì 22 aprile. . = 32°. 23'. 28"
\+ 23. 19. 2

Longitudine cercata del sole . . . . = 32. 46. 47, 2

Esempio II.

Si cerca la longitudine del sole per le 5^{or}. 37' della sera in tempo vero del giorno 18 settembre 1840, per una nave posta nella longitudine 35°. 46' Ovest.

T. V. astr. della nave = 1840 settembre 18 a . . . 5^{or}. 37'.
Long. della nave 35°. 46' O. . . . . =+ 2. 23. 04"

T. V. A per Parigi 1840 settembre 18 a. 8. 00. 04

Si determini l'equazione del tempo.
Eq. del tem. per mezzodì 18 sett. = 12 — 11^{or}. 53'. 58", 12 = 6'. 01", 88
Idem per mezzodì 19 sett. = 12 — 11. 53'. 37", 5 = 6. 22, 95

Differenza. . . . . = 21, 07

24^{or} : 8^{or}. 00'. 04" :: 21", 07 : X = 7", 02.

Equazione del tempo per mezzodì 18 settembre . . . = 6', 1", 88
\+ 7, 02

Eq. del tempo corrispondente al tempo dato = — 6, 08, 90
T. V. A. per Parigi = 1840 settembre 18 a . 8^{or}. 0, 4

T. M. A. per Parigi 1840 sett. 18 a . . . . . . 7, 53'. 55", 10

Longit. del sole a mezzodì 18 sett. . . . = — 175°, 35'. 32", 0
Idem per mezzodì 19 settembre . . . . . . = 176. 34. 12. 9

Differenza . . . . = 58. 40, 9

$24^{or} : 7^{or}. 53' 45'', 1 : : 58'. 40'', 9 : x = 17'. 18'', 54.$

Longit. del sole a mezzodì 18 settembre. . = 175°. 35'. 32''.
+ 17. 18, 54

Longitudine cercata del sole . . . . = 175. 52. 50. 54

644. *Per determinare l'ascensione retta del sole.*
Si operi come per la longitudine.

Esempio.

645. Si cerca l'ascensione retta del sole alle 11.^{or} 4' del mattino in tempo vero del 13 luglio 1840, per un naviglio posto nella longitudine 23°. 32' ovest.

T. V. della nave = 1840 luglio 13 a 11.^{or} 4' del mattino
— 1 + 12

T.V.A. per la nave 1840 luglio 12 a 23. 4'
Longit. della nave = 23°. 32' O = + 1. 34. 08''

T. V. A. per Parigi 1840 luglio 13 a 0. 38. 08

Si determini l'equazione del tempo.
Dalla conoscenza de' tempi si ha che il tempo medio è maggiore del vero, che le equazioni del tempo sono in aumento, e che la differenza per $24^{or}. = 6'', 73$.

$24^{or} : 38'. 08'' : : 6'', 73 : x = 0'', 18$

Equazione del tempo per mezzodì 13 luglio = 5'. 22'', 58
+ 0, 18

Equazione del tempo corrisp. al tempo dato = + 5. 22, 76
T. V. A. per Parigi 1840 luglio 13 a. . . . 38. 08

T. M. A. per Parigi 1840 luglio 13 a. . . . = 43. 30, 76

La diff. delle ascens. rette per li due mezzodì = 4'. 3'', 29. (Tav. conosc. de' temp.).

$24^{or} : 43'. 30'', 76 : : 4', 3'', 29 : x = 7'', 35$

Ascens. retta del sole per mezzodì 13 luglio. = 7^{or}. 31'. 4'', 58
+ 7, 35

Ascensione retta cercata. . . . . = 7. 31. 11, 93

646. *Per determinare la declinazione del sole.*
Si procede come nei numeri precedenti.

Esempio I.

647. Si domanda la declinazione del sole a mezzodì del 24 maggio 1840, per una nave posta nella longitudine 18°. 46′ est.

T. V. A. Parigi 1840 maggio 24
Longitudine della nave = 18°. 46′ E = — 1^or. 15′. 04″

T. V. A. Parigi 1840 maggio 23 a . . . . . 22^or. 44′. 56″

Si determini l' equazione del tempo.
L'equazioni van diminuendo, e la differenza per 24^or. = 5″,09 : il tempo vero è maggiore del medio.

24^or : 22^or, 44′. 56″ : : 5′, 09″ : x = 4″, 82:

Eq. del tempo pel mezz. 23 mag. = 12^or — 11^or. 56′. 26″. 40 = 03′. 33″. 60
— 4. 82

Equazione del tempo corrisp. al tempo dato = — . . . 03′. 28″. 78
T. V. A. per Parigi 1840 maggio 23 a . . 22^or. 44′. 56″

T. M. A. per Parigi 1840 maggio 23 a. . = 22^or. 41′. 27″, 22

Si determini la declinazione (v. T. C. de'T.)

24^or : 22^or. 41′. 27″, 22 : : 11′. 11″, 9 : x = 10′. 35″, 25″.

Declinaz. del sole per mezzodì 23 maggio = 20°. 39′. 4″ B.
+ 10′. 35″, 25

Declinazione del sole cercata . . . . = 20°. 49′. 39, 25 B.

Esempio II.

Si domanda la declinazione del sole alle 7^or. 58′ del mattino in tempo vero del dì 23 settembre 1840, per la nave posta nella longitudine 12°. 18′ O.

T. V. per la nave = 1840 settembre 23 a 7^or 58′ del mattino
— 1 + 12^or

T. V. A. per la nave = 1840 settemb. 22 a 19^or. 58′
Longitud. della nave = 12°. 18′ O = — 49. 12″

T. V. A. Parigi 1840 sett. 22 a 19. 08. 48

Si determini l'equazione del tempo.

$24^{or} : 19^{or}\ 08'.\ 48'' :: 20'',\ 68 : x = 17'',\ 91.$

Equaz. del tempo corrisp. a mezzodì 22 settemb. = 7'. 25''. 67
+ 17, 91

Equaz. del tempo corrisp. al tempo dato. . . = — 7'. 43'', 58
T. V. A. per Parigi 1840 settembre 22 a. . 20^{or}. 47. 12

T. M. A. per Parigi 1840 settembre 22 a . . 20. 39. 28. 42

Si determini la declinazione del sole.

$24^{or} : 20^{or}.\ 39'.\ 28'',\ 42 :: 23'.\ 25'',\ 4 : x = 20'.\ 9'',\ 69.$

Declinazione del sole pel mezzodì. . . =—0°. 11'.45'', 1 N.
20. 9, 69

Declinazione cercata . . . . = 8. 24, 59 Sud

Per determinare la longitudine della luna.

648. La longitudine, come ogni altro elemento che riguarda la luna, di cui mano mano stabiliremo i metodi di determinazione cogli esempi seguenti, si vedono segnati nella tavola per le diverse epoche dell'anno con la differenza di dodici ore, menocchè le distanze di tale satellite dal sole, o da una stella segnata nella tavola, che si vedono notate di tre ore a tre ore.

Esempio I.

649. Si domanda la longitudine della luna alle 8^{or}. 35' in tempo medio del mattino del giorno 13 maggio 1840, per un naviglio posto nella longitudine 13°. 44'. Ovest.

T.M. per la nave = 1840 maggio 13 a 8^{or}. 35'. del mattino
Longit. della nave = 13°. 44' 0 =+ 54. 56''

T. M. per Parigi 1840 maggio 13 a 9. 29. 56 del mattino
— 1 + 12

T.M.A. per Parigi = 1840 maggio 12 a 21. 29. 56

Longitud. della luna pel giorno 12 a 12^{or} =— 193°, 37', 43'', 1
Idem pel giorno 13. . . . . = 199, 43, 26, 4

Differenza . . . . = 6. 05, 43, 3

$12^{or} : 9^{or}. 29', 56'' :: 6^{o}. 05'. 43'', 3 : x =$ $4^{o}.49'.04'',57$
Longitudine ☾ pel giorno 12 a 12^{or} . . . . = + 193. 37.43, 10

Longitudine ☾ cercata . . . . = 198. 26.47, 67

Per determinare l'ascensione retta della luna.

Esempio.

650. Si cerca l'ascensione retta della luna, pel naviglio posto nella longitudine 23°. 30' O, a 5^{or}. 28' in tempo medio del mattino del dì 4 Novembre 1840.

T. M. del naviglio 1840 novembre 4 a 5^{or}.28' del mattino
— 1 + 12

T.M. Astr. del nav. 1840 novembre 3 a 17. 28
Longit. del nav. = 23°. 30' O = + 1. 34

T.M. Astr. per Parigi 1840 novembre 3 a 19. 02

$12^{or}. : 7^{or}. 02' :: 5^{o}. 48'. 37'', 7 : x = 3^{o}. 24', 20''$.

Ascens. retta ☾ per mezzodì novem. 3 . . . . . = 330^{o}. 6'.40'',6
+ 3. 24. 20

Ascensione retta cercata ☾ . . . . = 333. 31.00, 6

Per determinare la declinazione della luna.

651. Si domanda la declinazione della luna alle 4^{or}.37' della sera in tempo medio del dì 18 Novembre 1840, pel naviglio posto nella longitudine 16°. 45' Est.

T. M. A. pel naviglio 1840 novembre 19 a . . . . 4^{or}.37'
Longitudine della nave = 16°.45' E. . . . . = — 1. 07

T. M. A. per Parigi 1840 novembre 18 a 3. 30

$12^{or} : 3^{or}. 30' :: 2^{o}. 59'. 35''. 2 : x =$ 52',23''
Declinaz. della luna a mezzodì novembre 18 = — 46. 45, 2 N.

Declinaz. cercata ☾ . . . . = 5. 37, 8 Sud

Per determinare la latitudine della luna.

652. Si domanda la latitudine della luna per le 7^{or}. 54' in tempo

medio del mattino del giorno 24 maggio 1840, per una nave posta nella longitudine 24°.30′ O.

T. M. per la nave = 1840 maggio 24 a 7^{or}. 54′ del matt.
— 1 + 12

T. M. A. per la nave 1840 maggio 23 a 19. 54
Longitudine della nave = 24°.30′O. = + 1. 38

T. M. A. per Parigi 1840 maggio 23 a 21. 32

$12^{or} : 9^{or}. 32' :: 33'. 39'', 9 : x = 26'. 44'', 7.$

Latitudine della luna per maggio 23 a 12^{or} = 29′. 09″, 6 A.
— 26. 44, 7

Latitudine cercata ☾ . . . . = 2. 24. 9 A.

Per determinarsi la parallasse orizzontale della luna.

653. Si cerca la parallasse orizzontale della luna per le 9^{or}. 45′ della sera in tempo medio del dì 28 agosto 1840, per un luogo posto nella longitudine 17°. 30′ Est.

T. M. Astr. pel luogo = 1840 agosto 28 a 9^{or}. 45′
Distanza de'meridiani 17°. 30 E . . . = — 1 . 10

T. M. A. per Parigi 1840 agosto 28 a . . . 8 . 35

Parallasse orizz. ☾ per mezzodì 28 agosto . . . . . = 57′, 41″, 1
Idem pel 29 agosto . : . . . . = 57. 19 , 9

Differenza . . . . = 0. 21 , 2

$12^{or} : 8^{or}. 35' :: 21'', 2 : x = 15''. 2.$

Parallasse della luna per mezzodì 28 agosto. . . = 57′. 41″, 1
— 15 , 2

Parall. orizz. cercata ☾ . . . . = 57. 25 . 9

Per determinarsi il semidiametro della luna.

653. Si domanda il semidiametro orizzontale della luna per le 5^{or}.28′ della sera in tempo medio del dì 15 febbrajo 1840, stando nella longitudine 21°.30′ O.

T. M. A. pel luogo = 1840 febbrajo 15 a 5^{or}. 28′
Distanza de'meridiani 21°.30′ O. . . = + 1. 26

T. M. A. per Parigi 1840 febbrajo 15 a 6. 54

Semid.orizz. ☾ per mezzodì 15 febbrajo. . . . . = 15′. 59″, 2
Idem pel 16 febbrajo . . . . = — 15. 55 , 7

Differenza . . . . = 3 , 5

$12^{or} : 6^{or}. 54' :: 3'', 5 : x = 2''.$

Semid. orizz. ☾ per mezzodì 15 febbrajo. . . . . . = 15′, 59″, 2
— 02

Semid. orizz. cercato ☾ . . . . = 15, 57, 2

655. Le longitudini, le ascensioni rette, e gli altri elementi che riguardano la luna sono soggetti a variazioni molto considerevoli, anche in brev'intervalli di tempo, per essere il moto proprio di questo satellite molto irregolare come a suo tempo sarà meglio avvertito. Quindi cogli esposti metodi ordinarii si otterrebbero elementi di considerevole inesattezza per le calcolazioni che richiedono molta precisione. Ad ovviare tale inconveniente, esibiamo un metodo che darà gli elementi in parola con precisione sufficiente.

656. Sia per esempio a determinarsi la latitudinedella luna. 1° Si prendono nella tavola della conoscenza de'tempi le latitudini della luna per le due epoche, che immediatamente precedono l'ora data, ridotta a quella di Parigi, come pure le latitudini per le due epoche che la sussieguono immediatamente, avendo cura di far precedere il segno più alle latitudini boreali, ed il segno meno alle australi (a).

2°. Si aprono a destra due colonne, una portante il titolo di *prime differenze*, e l'altra di *seconde differenze*.

3°. Si prendono successivamente le differenze fra le notate latitudini, e si scrivono nella colonna delle prime differenze.

4°. Si determinano le differenze delle segnate prime differenze, e si registrano nella colonna delle seconde differenze.

5°. Nel prendere tanto le prime, quanto le seconde differenze, si avrà riguardo ai segni che hanno le quantità dalle quali esse si ricavano, e per ottenerle si farà la sottrazione algebrica.

6°. Si prende la semisomma algebrica delle due seconde differenze.

(a) Nello stesso modo si procede per avere la declinazione della luna, applicandovi benanche la regola de'segni.

7°. Si determina la parte proporzionale dell'elemento che conviene all'intervallo di tempo fra l'ora data per Parigi, e l'epoca della tavola della conoscenza de'tempi che immediatamente la precede, come si è praticato per li casi ordinarii; e si attribuisce a tale parte proporzionale il segno che ha la differenza delle latitudini corrispondenti alle due epoche della tavola, prossimamente anteriore, e posteriore all'ora data ridotta per Parigi.

8°. Si cerca nella prima parte delle tavola XI il numero che corrisponde ai minuti primi della semisomma delle differenze seconde, ed alla differenza tra l'ora data per Parigi, e l'epoca della conoscenza dei tempi cha la precede immediatamente.

9°. Si trova nella seconda parte della stessa tavola XI, il numero che corrisponde ai minuti secondi della semisomma delle differenze seconde, ed alla differenza tra l'ora data per Parigi, e l'epoca che precede immediatamente nella tavola della conoscenza de'tempi.

10°. Si prende la somma de'due numeri ricavati della tavola XI, facendole precedere il segno contrario della semisomma delle differenze seconde; sarà tale somma la correzione a farsi alla determinata parte proporzionale.

11°. Si rinviene la somma algebrica di tale correzione e della parte proporzionale, e si aggiungerà sempre algebricamente alla latitudine corrispondente all'epoca della tavola della conoscenza de'tempi che precede immediatamente l'ora data per Parigi col segno che l'appartiene; e si avrà la latitudine cercata.

Esempio I.

657. Si domanda la latitudine della luna per le 7^{or}. 35' del mattino in tempo medio del giorno 18 luglio 1840, per la nave posta nella longitudine 17°. 45' E.

T. M. A. della nave 1840 luglio 17 a 19^{or}. 35'
Dist. de'meridiani 17°. 45'. E. . . =— 1. 11

T. M. A. per Parigi 1840. Luglio 17 a 18. 24

		1.° differ.	2.° differ.
Latitud. ☾ pel dì 17	= — 0°. 6'. 43", 7 A	+ 34'. 30", 0	+ 01", 7
Id. pel dì 17 a 12^{or}.	= + 0 .27. 46 , 3 B	+ 34. 28. 3	+ 28", 2
Id. pel dì 18	= + 1 . 2. 14 , 6 B	+ 34. 0. 1	
Id. pel dì 18 a 12^{or}.	= + 1 .36. 14 , 7 B		

Somma . = + 29", 9
$\frac{1}{2}$ s. delle differ. seconde = + 14", 9

Si determini la parte proporzionale.

$12^{or} : 6^{or}.\ 24' :: 34'.\ 28'',3 : x = +\ 18'.23'',1$.parte proporzionale.

Tav. XI	Parte I.ª o'. della semis. delle diff. secon. =	o''.
	Parte seconda 15'' Idem . . . . =	1''.9

Correzione a farsi alla parte proporzionale. . = —	1''.9
Parte proporzionale . . . . = +	18', 23 , 1
Parte proporzionale a 6^or. 24', corretta. . . . = +	18 . 21 , 2
Latitudine della luna pel giorno 17 a 12^or. . =	27 . 46 , 3
Latitudine ☾ cercata . . . . =	46 . 7 , 5 B.

Esempio II.

Si domanda la declinazione della luna per le $5^{or}.\ 34'$ del mattino in tempo medio del dì 21 luglio 1840, stando la nave nella longitudine $12^{\circ}.\ 45'$ E.

T. M. per la nave 1840 luglio 21 a $5^{or}.\ 34'$ del mattino
— 1+12.

T.M.A. per la nave 1840 luglio 20 a $17^{or}.\ 34$
Dist. de' meridiani $12.^{\circ}\ 45'$ E. . = — 51

T.M.A. per Parigi 1840 Luglio 20 a 16. 43

		1.ª differ.	*2.ª differ.*
Declinaz. ☾ pel 20.	= + 4.°57'.57'',7		
		+ 3°. 4'.16'',0	
Idem pel 20 a 12^or.	= + 8. 2. 13, 7		+ 3'. 25'', 9
		+ 3. 0. 50, 1	
Idem pel 21.	= + 11. 3. 3, 8		+ 5. 47 , 9
		+ 2, 55. 2, 2	
Idem pel 21 a 12^or.	= + 13. 58. 6, 0		
		Somma . = +	9. 13, 8
		½ s. delle differ. seconde = +	4. 36, 9

$12^{or} : 4^{or}.\ 43' :: 3^{\circ}.\ 0'.\ 50'',1 : x = 1^{\circ}.\ 10'.\ 45''.$

Tav. XI.	Parte I. per li 4' delle semis. delle secon. dif. =	28'',5
	Parte seconda per 36'', 9 Idem. . . . . . . =	4, 8

Correzione a farsi alla parte proporzionale. = —	33, 3
Parte proporzionale. . . . . =	1°.10'.45
Parte proporzionale corretta. . . . . =	1. 10. 11, 7
Declinazione ☾ per li 20 Luglio a 12^or . . . = +	8. 2. 13, 7
Declinazione ☾ per 20 Luglio a 16^or. 43.' . =	9. 12. 25, 4 B.

658. Se il numero de'secondi della semisomma delle differenze seconde, eccede li 50″, in tal caso i minuti primi della stessa semisomma si aumentano di 1: indi dalla prima parte della tavola XI si prende il numero che corrisponde ai minuti primi così accresciuti; poscia dalla seconda parte della tavola XI si prende il numero che corrisponde al complemento a 60″ del numero de'minuti secondi della semisomma istessa. La differenza de'due numeri ricavati dalla tavola XI, darà la correzione a farsi; alla quale si farà sempre precedere il segno contrario di quello della semisomma delle differenze seconde; e fatto ciò si completerà l'operazione indicata nel numero precedente.

659. La tavola XI vedesi calcolata pel caso in cui l'intervallo di tempo delle due epoche consecutive, segnate nella tavola della conoscenza de'tempi, sia di 12^{or}. Ciò nondimeno si potrà la medesima adoprare per li casi in cui l'intervallo fra le due epoche sia di 6^{or}. di 3^{or}. o di 24^{or}. ecc: e ciò con prendere dalla tavola il numero che corrisponde alla orizzontale del doppio della differenza tra l'ora data per Parigi, e l'epoca della tavola della conoscenza che immediatamente la precede se l'intervallo fra le due epoche sia di 6^{or}, del quadruplo se sia di 3^{or}, o della metà se l intervallo stesso sia di 24^{or}; e che corrisponda inoltre ai secondi della metà della somma delle seconde differenze.

Esempio.

660. Si domanda la distanza della luna al sole pel giorno 10 marzo 1840 alle 11^{or}. 4′ del mattino in tempo medio, per la nave situata nella longitudine 17°. 30′ E.

T. M. per la nave 1840 Marzo 10 a	11^{or}. 4′	del mattino
T.M.A. per la nave 1840 Marzo 9 a	23. 04	
Dist. de'meridiani 17°. 30′ E = —	1. 10	
T.M.A. per Parigi 1840 Marzo 9 a	21. 54	

		1.ª differ.	2.ª differ.
Dist. ☽ ☉ pel dì 9 marzo a 18^{or}	= 80°.32′. 0″		
		1°.38′.51″	
Idem a . . . . 21^{or}	= 82. 10. 51		+ 08″
		1. 38. 43	
Idem pel 10 marzo	= 83. 49. 34		+ 06″
		1. 38. 37	
Idem . . . a . . . . 3^{or}	= 85. 28. 11		
		Somma =	+ 14″
		½ s. delle differ. seconde. =	+ 07

$3.^{m} : 54' :: 1^{s}.38'.43'' : x = 31'.09'',5.$

Tav.XI. } Parte I. o' della semis. delle diff. seconde . . . . . . = o''
Parte II. per 3^{m}.36'.=54'×4, e per li 7'' delle diff. sec. = o. 7

Correzione a farsi alla parte proporzionale.	= —	o, 7
Parte proporzionale.	= +	31'. 9, 5
Parte proporzionale a 54' corretta.	= +	31 .08. 8
Dist. ☽ ☉ pel giorno 18 a 21^{m}	=	82°.10.51
Distanza cercata ☽ ☉	=	82. 41.59. 8

661. Per aversi con precisione sufficiente per mezzo della tavola della conoscenza de'tempi l'ora del passaggio della luna pel meridiano di un luogo diverso da quello di Parigi, bisogna operare come appresso.

1°. Se il luogo pel di cui meridiano si cerca l'ora del passaggio, trovasi ad occidente di Parigi, si prende la differenza tra le ore dei passaggi per Parigi, segnate nella tavola al giorno proposto, ed a quello che immediatamente sussiegue; e poi si risolve la proporzione: come 360° sta alla differenza de'meridiani, cioè alla longitudine del luogo, così la differenza delle ore dei due passaggi consecutivi per Parigi sta al quarto termine, il quale indicherà la differenza tra l'ora del passaggio per Parigi nel giorno proposto, e quella del passaggio del meridiano, di cui si tratta. E perchè il luogo proposto si è immaginato ad Ovest di Parigi, perciò aggiungendo tale quarto termine all'ora del passaggio per Parigi nel giorno proposto, si avrà l'ora cercata.

2°. Se il luogo proposto è ad Est di Parigi, si prenderà la differenza tra le ore dei passaggi per Parigi del giorno dato e di quello che gli precede; e si risolverà la medesima analogia; indi si toglierà il quarto termine di risulta dall'ora del passaggio per Parigi nel giorno proposto, e si avrà l'ora cercata.

Esempio I.

Si domanda l'ora del passaggio della luna pel meridiano nel giorno 24 giugno 1840 in tempo medio, per un luogo posto nella longitudine 13°. 45' O.

Ora del passaggio ☾ per Parigi nel dì 24 Giugno 1840.	= —	18^{or}. 55'
Idem nel dì 25.	=	19. 47
Differenza	=	52

$$360° : 13°.\ 45' :: 52' : x = 1'.\ 59''.$$

Ora del passag. ☾ per Parigi nel dì 24 giugno 1840 = 18ʰ.55′
+ 1. 59″

Ora del passaggio ☾ cercato . . . . = 18. 56. 59

Esempio II.

Si domanda l'ora del passaggio della luna nel dì 23 ottobre 1840, pel meridiano della nave, posta nella longitudine 25°.30′ E.

Ora del passag. ☾ pel mer. di Parigi nel dì 23 ottob. 1840 = 19°. 10′
Idem nel 22. . . . . =— 18. 16

Differenza . . . . = 54

$$360° : 25°.\ 30' :: 54' : x = 3'.\ 49'',\ 5.$$

Ora del pas. della luna pel mer. di Parigi 23 ottobre 1840 = 19ʰ. 10′
— 3. 49″, 5

Ora del passaggio ☾ cercato. . . . . =19. 6. 10, 5;

ed in tempo civile li 24 ottobre a 7ʰ. 6′. 10″, 5.

SEZIONE VI.

Della maniera di ridurre l'altezza o la distanza osservata, di un astro, all'altezza o distanza vera.

Per l'altezza del sole.

662. Si corregge di ogni errore dell'istrumento la quantità in gradi ed in minuti dell'arco segnato dall'indice del nonio, nel farsi l'osservazione; e si avrà così l'altezza osservata.

2°. Dalla tavola quarta si prende la depressione dell'orizzonte corrispondente all'elevazione dell'occhio, e si toglie dall'altezza osservata; il residuo indicherà l'altezza apparente dell'orlo osservato.

3°. Dalla tavola della conoscenza dei tempi si prende il semidiametro del sole, che corrisponde al giorno più prossimo a quello della osservazione, e si aggiunge o si toglie dall'altezza apparente del lembo osservato, secondochè si è presa l'altezza dell'orlo inferiore o superiore del sole; la somma, o il residuo indicherà l'altezza apparente del centro.

4°. Con l'altezza apparente dell'orlo osservato, si prende dalla colonna corrispondente della tavola 5, la rifrazione meno la parallasse, e si

toglie dall'altezza apparente del centro, il residuo darà l'altezza vera cercata (a).

Esempio.

Nel dì 27 maggio 1840, con un sestante di cui l'errore d'indice sia di 4'. 40" additivi, si è osservata l'altezza dell'orlo inferiore del sole di 43°. 28'. 30", coll'occhio elevato di 14 piedi. Si domanda l'altezza vera del centro.

Altezza istrumentale ☉̲	=	43°. 28'. 30"
Errore d'indice	=+	4. 40
Altezza osservata.	=	43. 33. 10
Depress. dell'orizzonte per 14 piedi	=—	3. 48
Altezza app. dell'orlo inferiore.		43. 29. 22
Rifrazione — Parallasse	=—	1. 01, 86
Altezza vera ☉̲	=	43. 28. 20, 14
Semidiametro	=+	15. 48, 57
Altezza vera ☉	=	43 . 44. 08, 71

663. Se l'altezza del sole servir dee di elemento per una calcolazione che richiede la massima precisione possibile, si procederà come appresso. 1. Si corregge l'altezza osservata della depressione dell'orizzonte. 2. In corrispondenza di tale altezza apparente si prenderà la rifrazione media dalla colonna della tavola V, portante il titolo rifrazione delle stelle, e si correggerà mediante la tavola VI, come si è detto ne'numeri 597. 598. Indi si calcolerà la differenza fra la rifrazione media, e la rifrazione corretta, la quale a misura che la rifrazione corretta è minore o maggiore della rifrazione media, così si toglierà o si aggiungerà alla rifrazione meno la parallasse, ottenuta dalla tavola V, con prenderla dalla colonna rispettiva, ed in corrispondenza dell'altezza apparente dell'orlo osservato.

3°. Si toglierà la corretta rifrazione meno la parallasse dall'altezza apparente, e si avrà l'altezza vera dell'orlo osservato.

4°. In corrispondenza del giorno del mese dato, si prenderà dalla tavola della conoscenza de'tempi il semidiametro del sole, e si aggiungerà o si toglierà dall'altezza vera dell'orlo osservato, secondo che questo è l'inferiore, o il superiore; o si avrà l'altezza vera del centro.

(a) Si potrà invece procedere come nell'esempio seguente, e si otterrà lo stesso risultamento.

Esempio.

Nel dì 28 luglio 1840 alle ore 9 del mattino in tempo medio, stando la nave nella longitudine 12°. 30′ O per mezzo di un sestante, di cui l'errore di rettificazione sia di 3′. 20″ sottrattivi, si è osservata l'altezza dell'orlo inferiore del sole di 48°. 54′, coll'occhio elevato sull'orizzonte di $16^{pi}.4^{pol}$, mentre il barometro segnava $0^m,767$, ed il termometro + 13 centigradi. Si domanda l'altezza vera del sole.

Ora della nave T. M. 1840 luglio 28 a $9^m.00'$ del mattino
— 1 + 12

Ora della nave T. M. Astr. 1840 luglio 27 a 21. 00
Dist. dei meridiani 12°.30′ O. . . . = + 50

T. M. A. per Parigi = 1840 Luglio 27 a 21. 50

Altezza istrumentale ☉̲. . . . . = 48°. 54′.
Errore di rettificazione . . . . = — 3.20″

Altezza osservata ☉̲. . . . . = 48. 50.40
Depressione dell'orizzonte per $16^{pi}.4^{pol}$. . . = — 4. 5

Altezza apparente ☉̲. . . . . = 48. 46.35

Barometro 0^m, 767 } Fattori = { 1, 009
Termometro + 13 } { 0, 989

Prodotto. . . . . = 0. 9979
Rifrazione media . . . . = 51″,00
Rifraziono corretta . . . . . . = — 50, 89

Correzione. . . . . = — 0, 11
Rifrazione — Parallasso. . . = 45

Rifraz. — la parallasse corr. = — 44, 89

Altezza vera ☉ . . . . = 48. 45. 51, 11
Semidiametro. . . . . = + 15. 47, 15

Altezza vera cercata ☉. . . . = 49. 02. 38, 26

Per l'altezza della luna.

664. 1.° Mediante la longitudine della nave si converte l'ora approssimativa dell'osservazione in tempo medio, ed all'ora che si conta in

Parigi, in corrispondenza della quale, per mezzo della tavola della conoscenza dei tempi, si determini il semidiametro orizzontale della luna (654) e la parallasse orizzontale della medesima (653).

2.° Si corregge l'altezza misurata da qualunque siasi errore dell'istrumento; e si avrà l'altezza osservata.

3°. Si toglie la depressione dell'orizzonte dall'altezza osservata, e si avrà l'altezza apparente dell'orlo osservato.

4°. Coll'altezza apparente dell'orlo osservato, e colla parallasse orizzontale della luna si prenderà dalla tavola VII. la parallasse in altezza diminuita della rifrazione, e si aggiungerà all'altezza apparente dell'orlo osservato, onde avere l'altezza vera del medesimo.

5.° All'altezza vera dell'orlo osservato della luna, si aggiungerà o si toglierà il semidiametro in altezza, secondochè si è presa l'altezza del lembo inferiore o superiore, e si avrà l'altezza vera del centro (a).

Esempio.

Nel dì 17 maggio 1840 alle ore 9.37' della sera in tempo medio, stando la nave nella longitudine 23°. 47' O, con un sestante di cui l'errore d'indice è di 2'.50" sottrattivi, si è presa l'altezza dell'orlo superiore della luna di 28°. 35'. 40", coll'occhio elevato sull'orizzonte di 17 piedi. Si domanda l'altezza vera della luna.

Ora della nave T. M. A. 1840 maggio 17 a 9^{or}.37'
Dist. de' meridiani = 23°. 47' O. . . . = + 1. 35. 08"

Ora per Parigi T. M. A. 1840 maggio 17 a 11. 12. 08

Semid. orizzontale ☾ . . . . . = 14'. 42", 1
Parallasse orizz. . . . . = 53. 57, 3

Altezza istrumentale ☾	=	28°.35'. 40"
Errore d'indice.	=—	2. 50
Altezza osservata dell'orlo superiore ☾	=	28. 32. 50
Depressione dell'orizzonte per 17 piedi.	=—	4. 10
Altezza apparente dell'orlo superiore ☾	=	28. 28. 40
Parallasse — Rifrazione.	=+	45. 30
Altezza vera dell'orlo superiore ☾	=	29. 14. 10
Semid. in altezza.	=—	14. 50
Altezza vera del centro ☾.	=	28. 59. 20

(a) Vedi il numero seguente.

665. Per le calcolazioni ove si fa uso dell'altezza apparente del centro, bisogna determinare il semidiametro in altezza della luna, o per mezzo della proporzione stabilita (625), o ricorrendo alla tavola X, coll'aiuto del semidiametro orizzontale, e dell'altezza vera *approssimativa del centro* (a); e dopochè si sarà determinato il semidiametro in altezza, lo stesso si aggiungerà o si toglierà dall'altezza apparente dell'orlo osservato, secondochè si è presa l'altezza dell'orlo inferiore, o superiore della luna; e si avrà l'altezza apparente del centro.

Volendosi anche l'altezza vera del centro, si aggiungerà o si toglierà (come sopra) il semidiametro in altezza dall'altezza vera dell'orlo osservato.

Esempio.

Nel giorno 11 giugno alle ore 3.54′ del mattino in tempo medio, stando la nave nella longitudine 23°. 15′ O, con un sestante di cui l'errore di rettificazione è di 3′.40″ sottrattivi, si è misurata l'altezza del lembo superiore della luna di 42°.26′, da un punto elevato sul mare di 18 piedi. Si domanda l'altezza apparente, non che l'altezza vera del centro.

Ora della nave T. M. 1840 giugno 11 a 3°′. 54′ del mattino		
— 1 + 12		
Ora della nave T.M.A. 1840 giugno 10 a 15. 54		
Distanza de' meridiani 23°. 15′ O = + 1. 33		
Ora per Parigi T.M.A. 1840 giugno 10 a 17. 27		
Semid. orizz. ☾ . . . . = 14′. 48″, 2		
Parallasse orizz. . . . . . = 54. 19, 1		
Altezza istrumentale ☾	=	42°. 26′.
Errore di rettificazione	= —	3. 40″
Altezza osservata.	=	42. 22. 20
Depressione dell'orizzonte per 18 piedi. . .	= —	4. 17, 2
Altezza apparente dell' orlo superiore ☾ . .	=	42. 18. 02, 8
Parall. — rifraz.	= +	39. 05
Altezza vera ☾	=	42. 57. 07, 8
Semidiametro orizzontale.	= —	14. 48, 2
Altezza vera appross. del centro ☾	=	42. 42. 19, 6
Semidiametro in altezza	= —	15. 00,
Altezza apparente ☾	=	42. 33. 02, 8
Altezza vera ☾	=	42. 42. 07, 8

(a) L' altezza vera approssimativa del centro si ha, con aggiungere, o togliere il semidiametro orizzontale dall'altezza vera dell'orlo osservato, inferiore o superiore.

666. Nelle calcolazioni ch'esigono la maggior precisione possibile, bisogna correggere la rifrazione media (597. 598), non che la parallasse equatoriale (618), e di far entrare nel calcolo queste, e le altre correzioni nel modo che si è indicato nei numeri precedenti.

Esempio.

Nel giorno 19 marzo alle 6^{or}.54′ del mattino in tempo medio, con un sestante, di cui l'errore d'indice è di 2′. 50″ additivi, si è misurata l'altezza dell'orlo inferiore della luna di 21°. 34′, coll'occhio elevato sull'orizzonte di 14 piedi, stando la nave nella latitudine 42°. 35′ N e nella longitudine 17°. 30′ O, mentre il barometro segnava 0^{m}, 768, ed il termometro + 7 centigradi. Si domanda l'altezza vera della luna.

T. M. della nave 1840 marzo 19 a 6^{or}. 54′ del mattino

— 1 + 12.

T.M.A. della nave 1840 marzo 18 a 18. 54

Dist. de' meridiani 17°. 30′ O. = + 1. 10

T.M.A. per Parigi 1840 marzo 18 a 20. 04

Semid. orizz. ☾ .... = 15′. 6″,2

Parallasse orizz. equat. .... = 55.25, 3

Correzione per la latit..... = — 5

Paral. oriz. pel luogo dell'oss. = 35.20, 3

Altezza istrumentale ☾ .... = 21°.34′

Errore d'indice .... = + 2.50″

Altezza osservata .... = 21. 36.50

Depress. dell'orizzonte per 14 piedi....... = — 3.47,2

Altezza apparente dell'orlo inferiore ☾ .... = 21. 33.02,8

Barometro $0.^{m}$, 768 } Fattori 1′,010

Termometro + 7 } 1,012

Prodotto..... 1,022

Rifrazione media.... = 2. 26″,6

Rifrazione corretta... = — 1. 49, 8

Correzione........ = — 36, 8

Parallasse — rifrazione = 48′.51, 0

Parallasse — Rifrazione corretta .... = + 48. 14,2

Altezza vera dell' orlo inferiore ☾	=	22. 21.17. 0
Semidiametro orizzontale	=+	15. 6. 2
Altezza vera approssimativa del centro	=	22. 36.23. 2
Semidiametro in altezza	=+	15.16
Altezza vera ☾ cercata	=	22. 36. 33. 0

Per l' altezza delle stelle.

667. 1.° Si corregge l'altezza misurata dell' errore istrumentale, e si avrà l' altezza osservata.

2°. Si toglie la depressione dell' orizzonte dall' altezza osservata, e si otterrà l' altezza apparente.

3.° Dall' altezza apparente si toglie la rifrazione, si o no corretta dagli effetti della temperatura dell' aria, secondo il grado di precisione che si richiede, e si avrà l' altezza vera.

Esempio I.

Con un sestante di cui l'errore di rettificazione è di 4' additivi, si è presa l' altezza di Sirio di 49°. 35', coll' occhio elevato sul livello del mare di 18 piedi. Si domanda l'altezza vera.

Altezza istrumentale di Sirio	=	49°.35'
Errore d' indice	=+	4
Altezza osservata	=	49°.39
Depress. dell' orizzonte per 18 piedi	=−	4.17",2
Altezza apparente	=	49.34.42, 8
Rifrazione	=−	49, 6
Altezza vera di Sirio	=	49.33.53, 2

Esempio II.

Con un sestante, di cui l'errore di rettificazione è di 2'.40" sottrattivi, si è presa l' altezza di Regolo di 41°. 35', coll'occhio elevato sul livello del mare di 21 piedi, 7 pollici, mentre il barometro segnava 0^{m}. 773 ed il termometro + 7 centigradi : si donanda l' altezza vera.

Altezza istrumentale di Regolo.	=	41°. 35′
Errore d' indice.	=—	2. 40″
Altezza osservata	=	41. 32. 20
Depress. dell' orizzonte per $21^{pi}. 7^{pol}$.	=—	4. 44
Altezza apparente	=	41. 27. 36

Barometro 0^{m}, 773 } Fattori 1, 017
Termometro + 7 } Fattori 1, 012

Prodotto . . . . . . = 1, 029
Rifrazione media. . . . . = 1′.5″.2

Rifrazione corretta	=—	1. 07,1
Altezza vera di Regolo	=	41. 26. 28,9

668. *Distanza della luna al sole.*

1.° Si determina il semidiametro orizzontale della luna per l' ora dell' osservazione ridotta a quella di Parigi. Indi coll' aiuto della tavola X, si determina il semidiametro in altezza in corrispondenza del semidiametro orizzontale di già ottenuto, e dell' altezza vera approssimativa del centro della luna, che misurata contemporaneamente all' osservazione fatta per la distanza, si è poi convenevolmente corretta.

2.° Si corregge la distanza osservata di ogni errore istrumentale.

3.° Si aggiunge il semidiametro del sole al semidiazetro della luna in altezza; la somma che si ottiene si aggiunge alla distanza apparente degli orli prossimiori, e si avrà la distanza apparente dei centri.

Trattandosi del modo di ottenere la longitudine per mezzo delle osservazioni astronomiche, parleremo delle correzioni relative alla parallasse, ed alla rifrazione, che rimangono a farsi alla distanza apparente dei centri per aversi la distanza vera; cioè tratteremo del modo di avere la distanza vera.

Esempio.

Nel giorno 18 maggio 1840 alle 7^{or}. 11′ della sera in tempo medio, stando la nave nella latitudine 51°. 35′ N, e nella longitudine per istima 10°.30′E, con un cerchio di riflessione si è misurata la distanza degli orli prossimiori della luna al sole di 121°. 48′. 30″; e contemporaneamente si è osservata l' altezza della luna, che corretta si è avuta l' altezza vera del centro di 38°. 41′. Si domanda la distanza apparente de' centri.

T.M.A. per la nave 1840 maggio 18 a 7^{or}. 11′
Differenza dei merid. = 10°.30′ E = — 42

T. M. A. per Parigi 1840 maggio 18 a 6. 29

Semidiametro orizz. ☾ = 14'.43"
Idem in altezza (Tav. XI.) . . . . = 14'.49"
Semidiametro del sole . . . . = + 15. 49, 41

Somma . . . . = + 30. 38, 41
Distanza osservata ☉ ☾ . . . . = 121°.48.30

Distanza apparente de' centri ☉ ☾ . . . . = 122 .19.08, 41

669. Distanza della luna ad una stella.

1.° Si determina l'altezza vera in cui trovasi la luna, allorchè si è misurata la sua distanza dalla stella.

2.° Si cerca il semidiametro della luna in altezza (num.° preced.), e questo si aggiunge, o si toglie dalla distanza osservata, secondochè si è presa la distanza dell'orlo più prossimo della luna, o del più lontano alla stella; e dalla somma o dal residuo si avrà la distanza del centro della luna alla stella.

Esempio.

Nel giorno 9 Luglio 1840 alle ore 4. 35' del mattino in tempo medio, si è osservata la distanza dell' orlo più lontano della luna alla stella Regolo di 78°.25' per mezzo di un sestante, di cui l'errore d'indice è di 3'. 4" sottrattivi, mentre la luna ritrovavasi nell' altezza vera del centro di 28°.37', stando la nave nella longitudine 19°.30'O per istima. Si domanda la distanza apparente di Regolo dal centro della luna.

T. M. della nave 1840 luglio 9 a 4^{or}. 35' del mattino
— 1 + 12

T. M. A. della nave 1840 luglio 8 a 16^{or}. 35'
Diff. de' merid. = 19°. 30' O = + 1. 18

T. M. A. per Parigi 1840 luglio 8 a 17. 53

Semid. orizz. ☾ = 14'. 48", 9
Semid. in altezza = 14. 57

Distanza istrumentale ☽ ✳. . . . . = 78°. 25'.
Errore d' indice. . . . . = — 3. 40

Distanza osservata . . . . = 78. 21. 20
Semidiametro in altezza. . . . . = + 14. 57

Distanza apparente cercata . . . . = 78. 36. 17

SEZIONE VII.

Della maniera di ridurre l' altezza vera in altezza apparente, o osservata, o istrumentale.

Per l' altezza del sole.

670. 1°. All' altezza vera del centro si aggiunge, o si toglie il semidiametro del sole, secondochè si tratta dell' altezza dell' orlo superiore, o inferiore; e si avrà l' altezza vera dell' orlo proposto.

2.° Con siffatta altezza vera considerata come altezza apparente, per mezzo della tavola 5ª. si determina la rifrazione meno la parallasse del sole, e si aggiungerà all' altezza vera dell' orlo cercato, onde avere l' altezza apparente approssimativa dell' orlo medesimo. Coll' ultima altezza ottenuta si cercherà di nuovo la rifrazione meno la parallasse del sole, e si aggiungerà all' altezza vera dell' orlo proposto, onde aversi un altezza apparente di tale orlo più prossima alla precisa.

3.° Si aggiunge la depressione dell' orizzonte a tale altezza, e si avrà l' altezza osservata dell' orlo medesimo.

4°. Si toglierà o si aggiungerà all' altezza osservata l' errore dell' istrumento, secondo che questo sarà sottrattivo o additivo; e si avrà l' altezza istrumentale dell' orlo proposto, che si sarebbe ottenuta coll' istrumento.

5.° Finalmente volendosi l'altezza apparente del centro, si avrà con togliere il semidiametro dall'altezza apparente dell'orlo superiore, o con aggiungerlo all' altezza apparente dell' orlo inferiore.

Esempio.

Supposto che nel dì 22 giugno 1840 alle ore 10. 11′ del mattino in tempo medio, l'altezza vera del centro del sole sia di 37°.48′.42″; si domanda l'altezza dell'orlo inferiore, che si osserverebbe con un sestante di cui l'errore d'indice sia di 2′.40″ additivi, facendosene l'osservazione dal bordo di una nave posta nella longitudine 21°. 30′ O, coll' occhio elevato sul mare di piedi 13. 10^pol^.

Altezza vera ☉.	=	37°.48′.42″
Semidiametro.	= −	15. 45, 63
Altezza vera dell' orlo inferiore.	=	37. 32. 56, 37
Rifrazione — Parallasse.	= +	1. 08, 67
Altezza appa. appross. ☉.	=	37. 34. 05, 54
Rifrazione — Parallasse.	= +	1. 08, 61

Altezza appar. dell' orlo inferiore	=	37°.34'.04",98
Depress. dell' orizz. per piedi 13. 10^p. . . .	= +	3. 46
Altezza osservata dell'orlo inferiore ☉ . . .	=	37. 37. 50, 98
Errore d' indice	=—	2. 40
Altezza istrumentale ☉	=	37. 35. 10, 98

Per l' altezza della luna.

671. I. Dall' altezza vera del centro si toglie, o si aggiunge il semidiametro orizzontale della luna, secondochè si cerca l'altezza dell'orlo inferiore o superiore.

II. Coll' altezza ottenuta, considerata come altezza apparente dell'orlo proposto, e con la parallasse orizzontale, si entrerà nella tav. VII onde determinarsi la parallasse in altezza meno la rifrazione, e questa si toglierà dall'altezza vera dell'orlo proposto, onde aversi l'altezza apparente prossima di tale orlo, indi coll' ultima altezza, e colla parallasse orizzontale, nella stessa tavola si cercherà di nuovo la parallasse meno la rifrazione, e si toglierà dall'altezza vera dell'orlo in proposito, per aversi dal residuo un'altezza apparente dell'orlo medesimo, più prossima della precedente. Si continuerà la stessa operazione, fintantochè si avrà un'altezza apparente dell' orlo richiesto, che differisca di poco da quella che immediatamente precede.

III. A tale altezza apparente si aggiungerà la depressione dell'orizzonte, e si avrà l'altezza osservata.

IV. A siffatta altezza osservata si aggiungerà, o si toglierà l'errore dell' istrumento, secondochè lo stesso è sottrattivo o additivo, e si avrà l' altezza istrumentale dell' orlo proposto, come si sarebbe ottenuta per mezzo dell'osservazione.

V. Volendosi infine l'altezza apparente del centro, si aggiungerà o si toglierà il semidiametro in altezza all'altezza apparente dell'orlo, a misura che questo è l'inferiore o il superiore; e si otterrà l'altezza apparente del centro.

Esempio.

Posto che nel dì 16 marzo 1840 alle ore 9 della sera in tempo medio, la luna abbia l' altezza vera di 32°. 45'. 20"; si domanda l' altezza istrumentale dell'orlo inferiore, in cui si osserverebbe la luna con un sestante coll' errore d' indice di 3'. 10" sottrattivi, dal bordo di una nave posta nella longitudine 41°. 30' E, e nella latitudine 30°. 40' N, coll' occhio elevato sul mare di piedi 22. 3^{pol}; come pure si cerca l' altezza apparente del centro.

T. M. A. della nave=1840 marzo 16 a 9^{or}
Differ. de' meridiani 41°. 30' E=— 2. 46'

T. M. A. per Parigi=1840 marzo 16 a 6. 14

Altezza vera del centro ☾	=	32°. 45'. 20"
Semidiametro orizzontale	=−	15. 27, 4
Altezza vera del lembo inferiore	=	32. 29. 52, 6
Parallasse — la rifrazione.	=−	46. 18
Altezza apparente prossima ☾.	=	31. 43. 34, 6
Parallasse — la rifrazione.	=−	46. 42
Altezza appar. del lembo infer. ☾.	=	31. 43. 10, 6
Depressione dell'orizzonte per 22pi. 3pol. . . .	=+	4. 45, 6
Altezza osservata ☾ (a)	=	31. 47. 56, 2
Errore d'indice.	=+	3. 10
Allezza istrumentale ☾	=	31. 51. 06, 2
Semidiametro in altezza.	=+	15. 38
Altezza apparente del centro ☾.	=	31. 58. 48, 6

672. L'altezza vera della luna alterata della parallasse, si potrà avere colla seguente formola

$$\text{tang. } h = \frac{2 \cos \frac{1}{2}(P+H) \text{ sen } \frac{1}{2}(H-P)}{\cos H};$$

nella quale P esprime la parallasse orizzontale, H l'altezza vera, ed h l'altezza vera alterata della parallasse.

Di fatti contrasegni A (fig. 48) il luogo dell'osservazione, C il centro della terra, CH' l' orizzonte astronomico, AH l' orizzonte fisico, F il sito di un astro, ed L il luogo ove sembra ritrovarsi per effetto della parallasse. Si tirino dai punti L ed H le rette LI, ed HK parallele ad AC; dinoteranno LCH' = FAH, l'altezza vera; LAG l'altezza alterata della parallasse; HK = CA, il seno della parallasse orizzontale.

Or nel triangolo LAG, rettangolo in G

1 : tang. LAG : : AG : LG : : CI : LI—KH,

cioè 1 : tang. h : cos H : sen H—sen P

ossia cos H : sen H—sen P : : 1 : tang. h

(a) Siccome l'altezza vera si riduce in altezza osservata ad oggetto di preparare l'istrumento a farne la osservazione, così è indifferente avervi posto a calcolo il semidiametro orizzontale, invece di quello in altezza.

laonde $\quad \text{tang.}\ h = \frac{\text{sen H} - \text{sen P}}{\cos \text{H}}$;

ma $\quad \text{sen H} - \text{sen P} = 2 \cos \frac{(\text{H}+\text{P})}{2} \text{sen} \frac{(\text{H}-\text{P})}{2}$;

dunque $\quad \text{tang.}\ h = \frac{2 \cos \frac{1}{2}(\text{H}+\text{P}) \text{sen} \frac{1}{2}(\text{H}-\text{P})}{\cos \text{H}}$.

673. Determinata colla formola esposta l'altezza vera diminuita dalla parallasse, volendosi poi l'altezza apparente del centro, si otterrà con aggiungervi la rifrazione, che ad essa corrisponde; e richiedendosi l'altezza osservata dell'orlo superiore o inferiore, si avrà con sommare o togliere il semidiametro della luna in altezza dalla ottenuta altezza apparente del centro, e diminuendo poscia in tutti i casi il risultamento della depressione dell'orizzonte.

Esempio.

Posto che nel dì 11 settembre 1840 alle ore 3. 57' del mattino in tempo medio, la luna abbia l'altezza vera di 43°. 57': si domanda l'altezza osservata del lembo inferiore del medesimo, che si potrebbe misurare con un sestante corretto di ogni errore, facendosi l'osservazione dal bordo di una nave posta nella latitudine 48°. 23' N, e nella longitudine 22°. 30' E, coll'occhio elevato sul mare di 17^pie^.

T. M. della nave 1840 settembre 11 a 3^or^.57' del mattino
— 1 + 12

T. M. A. della nave = 1840 sett. 10 a 15. 57
Distanza de' merid. 22°. 30' E = — 1. 30

T.M.A. per Parigi = 1840 sett. 10 a 14. 27

Si determini l'altezza vera meno la parallasse.

$$\text{tang}\ h = \frac{2 \cos \frac{1}{2}(\text{H}+\text{P}) \text{sen} \frac{1}{2}(\text{H}-\text{P})}{\cos \text{H}}$$

H: . . . . = 43°.57′ comp.arit.log.cos = 0. 14270
P . . . . . =± 57. 0″,2

Som. . . = 44. 54. 0, 2
Diff. . . . = 42. 59. 59, 8
Semisom. = 22. 27. 0, 1 log. cos. . . . = 9. 96577
Sem. diff. = 21. 29. 59, 9 log. sen. . . . =+ 9. 56408
Log. 2 . . . . =+ 0. 30103

Log.tang.43°.15′.30″.—10 . . . . = 9. 97358

Dunque
Altezza vera — la parallasse ☾ . . . . = 43°. 15′. 30″
Rifrazione. . . . . =+ 1. 01, 9

Altezza apparente del centro. . . . . = 43. 16. 31, 9
Semidiametro in altezza . . . . =— 15. 41,

Altezza appar. dell' orlo inferiore. . . . . = 43. 00. 50, 9
Depressione dell'orizzonte per 17pi. . . . . . . =+ 4. 10,

Altezza osservata ☾. . . . . = 43. 5. 0, 9

674. *Per l' altezza delle stelle.*
All' altezza vera si aggiunge la rifrazione, la somma si aumenta della depressione dell'orizzonte, e si avrà l'altezza osservata della stella.

Esempio.

Si domanda l'altezza osservata corrispondente all' altezza vera di Sirio, che si suppone essere 49°. 37′, da misurarsi coll'occhio elevato sul mare di 11 piedi.

Altezza vera di Sirio . . . . = 49°.37′
Rifrazione. . . . . =+ 0. 50″,5

Altezza apparente di Sirio. . . . . = 49. 37. 50, 5
Depressione dell'orizzonte per 11pi. . . . . . =+ 3. 26,

Altezza osservata . . . . = 49. 41. 16, 5

SEZIONE VIII.

Del calcolo degli azzimutti, e delle amplitudini degli astri.

§. I.

Degli azzimutti.

675. Per determinare la quantità angolare dell'azzimutto di un astro in un dato istante qualunque, bisogna procedere come appresso.

1.° Si osserva l'altezza dell'astro nel medesimo istante, e si converte in altezza vera per mezzo delle correzioni indicate ne' numeri 662 e seguenti. Di tale altezza vera se ne prende il complemento a 90°, e si ottiene la distanza allo zenit che si esprime con E.

2.° Si determini il punto per istima in cui trovasi la nave, e si avrà la latitudine del luogo, di cui se ne prenderà il complemento, per aversi la distanza dello zenit al polo elevato, che si esprime con L.

3.° Per mezzo della tavola della conoscenza de' tempi, si determini la declinazione che l'astro ha nell'ora in cui si cerca l'azimutto, ridotta per Parigi, onde tolta o aggiunta a 90°, secondochè l' astro si ritrova nell'emisfero del polo elevato, o in quello del polo depresso, e si otterrà la distanza polare, che viene espressa con la lettera D.

4.° L'azimutto dell'astro, che sarà dinotato da Z, si determina colla formola.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(D+E+L)-E\,\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(D+E+L)-L \times R^2}{\text{sen}\,E\ \text{sen}\,L}}$$

5.° L'azimutto ottenuto colla formola esposta viene misurato dall'arco dell'orizzonte intercetto dal verticale dell'astro, e dal cardine del nome del polo elevato o del polo depresso, secondo le circostanze che saranno sviluppate nel numero 860.

676. Per comprendersi quanto si è detto nel numero precedente, guardasi la fig. 49, in dove HO rappresenti l'orizzonte, EQ l'equatore, P il polo elevato, Z lo zenit, A un'astro qualunque, ZAF il verticale dell'astro, e PAD il cerchio di declinazione del medesimo astro. Si avrà che nel triangolo obbliquangolo PZA, noti che saranno ZA distanza dallo zenit, PZ complemento della latitudine, e PA distanza polare, si potrà determinare l'angolo PZA esprimente l'azzimutto dell'astro; ed è manifesto che tale angolo è misurato dall' arco OF dell' orizzonte.

677. *Per l' azzimutto del sole.*

Esempio.

Nel giorno 13 maggio 1840 alle ore 7. 35′ del mattino in tempo medio, con un sestante di cui l' errore d' indice è di 3′. 40″ additivi, si è osservata l' altezza dell' orlo inferiore del sole di 38°. 45′, coll' occhio elevato sul mare di 15 piedi, stando sulla nave posta nella latitudine 41°. 30′ N, e nella longitudine 18°. 30′ O. Si domanda l' azzimutto del sole.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(D+E+L)-L\,\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(D+E+L)-E \times R^2}{\text{sen}\,E\ \text{sen}\,L}}$$

Si determini l'altezza vera.

Altezza istrumentale ☉	=	38°.45′
Errore d' indice	=+	3. 40″
Altezza osservata	=	38. 48. 40
Depres. dell' oriz. per 15^pi	=—	3. 46, 6
Altezza apparente	=	38. 44. 53, 4
Rifrazione — Parallasse	=—	1. 5, 5
Altez. vera dell' orlo inferiore	=	38. 43. 47, 9
Semidiametro	=+	15. 51, 34
Altez. vera del centro	=—	38. 59. 39, 24
Tolta da		90
Distanza dallo zenit = E	=	51. 00. 20, 76
Declin. del sole per l'ora data, ridotta a Parigi	=—	18. 26. 23, 9 N
Tolta da		90
Distanza polare = D	=	71. 33. 36, 1
Latitudine della nave	=—	41. 30 N
Tolta da		90
Distanza dello zenit dal polo = L	=	48. 30

D =	71°. 33′. 36″		
E =	51. 00. 21	comp. arit. log. seno . . =	0. 10946
L =	48. 30.	comp. arit. log. seno . . =	0. 12554
Somma =	171. 03. 57		
½ som. =	85. 31. 58		
½ som. — E =	34. 31. 37	log. sen. . . . . =	9. 75342
½ som. — L =	37. 01. 58	log. sen. . . . . =	9. 77979
		Somma . . . . . =	19. 76821
	Log. seno ½ Z = 49°. 58′. 33″ = semisom.	=	9. 88410
	Z = 99. 57. 06		

Azzimutto del sole . . : . da = N 99°. 57′. 06″ E
Tolto da 180

Azzimutto del sole . . : . da S. 80. 02. 54 E

Per l' azzimutto della luna.

Esèmpio.

678. Nel giorno 4 novembre 1840 alle ore 10. 17' della sera in tempo medio, con un sestante di cui l'errore d'indice è di 3'. 40" additivi, si è osservata l' altezza del lembo inferiore della luna di 39°. 45'. 20", coll'occhio elevato sul mare di 22^{pie}. dal bordo di una nave, posta nella latitudine 25°. 35' N, e nella longitudine 23°. 45' O. Si domanda l' azzimutto della luna.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(D+E+L) - E \times \text{sen}\,\tfrac{1}{2}(D+E+L) - L \times R^2}{\text{sen}\,E\ \text{sen}\,L}}$$

Altezza istrumentale ☾	=	39°. 45'. 20"
Errore d'indice	= +	3. 40
Altezza osservata ☾	=	39. 49. 00
Depres. dell'oriz. per 22^{pi}	= —	4. 44
Altezza apparente del lembo infer.	=	39. 44. 16
Semidiametro orizz.	= +	15. 26, 8
Altezza app. appross. del centro.	=	39. 59. 42, 8
Parallasse — Rifrazione	= +	42. 23, 1
Altezza vera appross. del centro	=	40. 42. 05, 9
Semidiametro in altezza	= +	15. 40
Altezza apparente del centro.	=	39. 59. 56, 9
Parallasse — Rifrazione.	= +	42. 23, 1
Altezza vera del centro.	= —	40. 42. 20
Tolta da		90
Distanza dallo zenit = E	=	49. 17. 40
Declinaz. della luna nel dì 4 nov. a 11^{or}. 52'.	= +	6. 12. 02 A
	+	90
Distanza polare = D	=	96. 12. 02
Latitudine della nave.	= —	25. 35. N
Tolto da		90
Distanza dello zenit al polo = L	=	64. 25

D = 96°. 12'. 02
E = 49. 17. 40 comp. arit. log sen = 0.12028
L = 64. 25 comp. arit. log sen = 0.04481

Somma = 209. 54. 42
½ Somma = 104. 57. 21
½ S. — E = 55. 39. 41 .... log sen = 9.91683
½ S. — L = 40. 32. 21 .... log sen = 9.81289

Somma .... = 19.89481
Log sen ½ Z = 62°. 22 = Semisom. = 9.94740

Il doppio per l'azim. cerc. .... = N 124. 44 E
tolto da. .... 180.

Azzimutto da. .... S 55. 16 E

679. *Per l' azzimutto delle stelle.*

Esempio.

Supposto essersi misurata l' altezza della stella Aldebaran di 48°. 35', e che la sua declinazione sia di 16°. 6'. 7" N, coll' occhio elevato sull' orizzonte di piedi 20, dal bordo di una nave posta nella latitudine 40°. 35' N, e nella longitudine 28°. O. Si domanda l' azimutto di Aldebaran.

Altezza osservata di Aldebaran	=	48°.35'.00"
Depres. dell'orizz.	=—	4,31
Altezza apparente.	=	48. 30.29
Rifrazione	=—	51, 5
Altezza vera.	=	48. 29. 37, 5
Tolta da.		90
Distanza dallo zenit = E	=	41. 30. 22, 5
Declinazione di Aldebaran.	=—	16. 06. 07 N
Tolto da.		90
Distanza polare = D.	=	73. 53. 53
Latitudine del naviglio	=—	40. 35 N
Tolto da.		90.
Distanza dallo zenit al polo = L.	=	49. 25

D = 73°.53'.53"
E = 41. 30. 22, 5 = com.arit.log.sen. = 0. 17866
L = 49. 25. = com.arit.log.sen. = 0. 11949

Somma = 164. 49. 15, 5
$\frac{1}{2}$ Som. = 82. 24. 37, 7
$\frac{1}{2}$ Som. — E = 40. 54. 15, 2 = log. sen...... = 9. 81611
$\frac{1}{2}$ Som. — L = 32. 59. 37, 7 = log. sen...... = 9. 73663

Somma... = 19. 85089
Log. sen. $\frac{1}{2}$ Z = 57°. 23'. 15". = Semisom. = 9. 92544
Z = 114. 46. 30. per l'azim. cerc.

§. II.

Delle amplituaini.

680. Allorchè ritrovasi l' astro sull' orizzonte, è cosa manifesta che la sua posizione, per rapporto a tale cerchio, si potrà ottenere per mezzo della sola amplitudine, poichè contatasi questa per gradi dell' orizzonte dal cardine est o ovest, verso nerd o sud, secondo la sua specie, si avrà nel termine della stessa il punto dell'orizzonte, ove trovasi l'astro.

681. E poichè per effetto della rifrazione e della parallasse, allorquando l' astro comparisce sull' orizzonte veduto coll' occhio a livello del mare, esso trovasi in realtà al di sotto o al di sopra dell' orizzonte medesimo, secondochè la rifrazione è maggiore o minore della parallasse; d'altronde l'osservatore elevandosi sull'orizzonte rapporta l' astro all'orizzonte apparente; in conseguenza si conchiude facilmente, doversi fare la distinzione di due specie di amplitudini, cioè *amplitudine vera* ed *amplitudine apparente*. Tali amplitudini sogliono denominarsi *amplitudini calcolate*.

982. Diremo amplitudine vera, l' arco dell' orizzonte vero interposto fra il cardine est o ovest, ed il punto dell' orizzonte medesimo, ove trovasi l' astro, nel suo sorgere o nel suo tramontare vero.

683. L'amplitudine vera si ottiene colla proporzione seguente.

Il coseno della latitudine del luogo sta al seno della declinazione, come il raggio sta al seno dell' amplitudine.

Di fatti nel triangolo DIE' (fig. 49) rettangolo in D, supposto l'astro essere nel punto I dell'orizzonte, DI ne dinoterà la declinazione, IE' l'amplitudine vera, e l'angolo DE'I = HE'E, il complemento della latitudine;

e perciò sen DE'I : R :: sen DI : sen E'I
ossia cos ZE'E : R :: sen DI : sen E'I

684. Quindi esprimendosi con L la latitudine del luogo, con D la declinazione dell'astro, e con AM l' amplitudine vera, si avrà

$$\text{sen AM} = \frac{\text{sen D}}{\cos L}$$

Esempio.

Posto che il sole nel dì 15 maggio 1840, trovasi sull'orizzonte vero alle ore 4.20′ del mattino, in un luogo situato nella latitudine 48°. 50′ 49″ N, e nella longitudine 0°. Si domanda l'amplitudine vera del sole.

$$\text{sen AM} = \frac{\text{sen D}}{\cos L}$$

Declinazione del sole per l'ora data . . . . = 18°.52′.35″,3

sen 18°.52′.35″+10	=	19.50992
cos 48. 50.49	=—	9.81828
sen 29. 26.50	=	9.69164

Dunque l'amplitudine vera ortiva boreale . . . . = 29°.26′.50″

685. Per amplitudine apparente s'intende l'arco dell'orizzonte apparente, interposto tra il cardine est, o ovest ed il punto in cui l'astro trovasi, allorquando sorge o tramonta in apparenza.

686. L'amplitudine apparente si ottiene con prendere la differenza fra l'azzimutto dell'astro, allorchè sembra ritrovarsi sull'orizzonte apparente e l' arco di 90°.

Nell'adottare la formola stabilita (675), si avverte che nel triangolo ZPI (fig. 50) il lato ZI espresso da E = 90°. + la rifrazione meno la parallasse + la depressione dell'orizzonte ± il semidiametro, secondochè si cerca l'amplitudine apparente del sole, o della luna, nel momento in cui uno di tali astri sembra toccare l'orizzonte apparente coll'orlo superiore, o coll' orlo inferiore. Suppongasi HO essere l'orizzonte apparente.

Esempio.

Si domanda l' amplitudine apparente del sole, allorchè lo vediamo toccare l' orizzonte apparente coll'orlo inferiore, nel dì 9 novembre 1840 verso le ore 7. 2′ del mattino, dal bordo di una nave posta nella latitudine 38°. 57′ N, e nella longitudine 11°. 15′ E, coll'occhio elevato sul mare di 14 piedi.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\frac{1}{2}(D+E+L)-E\ \text{sen}\,\frac{1}{2}(D+E+L)-L\times R^2}{\text{sen E sen L}}}$$

	90°. 00', 00"
Rifraz. oriz. — Parallas. oriz. . . . . = +	33. 37, 63
Depres. dell' oriz. per 14[Pi] . . . . = +	3. 46
Somma =	90. 37. 23, 63
Semidiametro . . . . = —	16. 11, 80
Distanza dallo zenit = E . . . . =	90. 21. 11, 83
Latitudine del luogo . . . . = —	38. 57 N
Tolta da	90
Distanza dallo zenit al polo = L. . . . . . . =	51. 03
Declin. per l'ora data ridotta a Parigi. . . =	17. 05. 32. 2 A
+	90
Distanza Polare = D. . . . . =	107. 05. 32. 2

D = 107°. 5'. 32",2
E = 90. 21. 11. 8 com.arit.log.sen. = 0. 00001
L = 51. 3. com.arit.log.sen. = 0. 10919

Somma = 248. 29, 44
$\frac{1}{2}$ Som. = 124. 14, 52
$\frac{1}{2}$ Som. — E = 33. 53, 40 = log. sen. . . . . = 9. 74636
$\frac{1}{2}$ Som. — L = 73. 11, 52 = log. sen. . . . . = 9. 98106

Somma . . . . . . = 19. 83662
Log. sen. $\frac{1}{2}$ Z = 55°. 57', semis. = 9. 91831

Azzimutto del sole. . . . . . . = N 111. 52'E
— 90.

Amplitud. apparente ☉ . . . = E 21. 52 S
Dunque l' amplitudine apparente ortiva australe = 21°. 6'.

687. Volendosi l'amplitudine apparente della luna, o di una stella, si potrà operare col modo indicato nel numero precedente.

Non pertanto bisogna avvertire che qualunque possa essere l'accuratezza dell'osservatore nel misurare l'altezza della luna, o di una stella durante la notte, non potrà mai ottenersi un'altezza esatta, come si è detto di sopra (501), e quindi sarebbe parimenti inesatto l'azzimutto, che si ricaverebbe, mettendovi a calcolo una tale altezza. Parlando in prosieguo del modo di ottenere l'altezza per mezzo di una calcolazione, esporremo anche il metodo di determinare l'azzimutto della luna, o di una stella in tempo di notte, senza ricorrere all'altezza dell'astro.

CAPITOLO IV.

Della luna, delle sue fasi e della maniera di conoscere l'epoche, nelle quali succedono.

SEZIONE I.

CENNO SULLA NATURA DELLA LUNA, E SUL MOTO DELLA MEDESIMA.

688. La luna è il satellite della terra. La sua grandezza è poco più di $\frac{1}{49}$ del globo da noi abitato, e la sua distanza media da noi è di circa 206000 miglia. La superficie di questo pianeta secondario presenta dei monti, che relativamente sono molto più considerevoli delle preeminenze della terra, le di cui ombre, proiettate su i piani lunari, formano delle macchie nere di diversa grandezza, secondo la posizione che hanno per rapporto al sole. Nella luna coll' aiuto di forte teloscopio si osservano delle stratificazioni di lave vulcaniche, ed in ogni parte del suo disco si vedono frequenti cangiamenti in ordine alla disposizione del suolo, che fan credere essere prodotti da interne emozioni.

689. La luna è un corpo opaco, che viene illuminato dal sole, come tutti gli altri pianeti: la luce che riflette è 300000 volte più debole di quella del sole, si suppone che la materia che ne costituisce la sua superficie abbia la proprietà della fosforescenza, poichè se dovesse risplendere solamente per riflessione della luce solare, sarebbe molto più pallida di quella che apparisce.

690. La luna gira intorno alla terra: questa rivoluzione ha luogo descrivendosi un'orbita di figura ellittica, di cui la terra ne occupa uno dei fuochi, formante col piano dell' ecclittica un'angolo variante da 4°.58'. a 5°. 17'. 30".

691. Rapportandosi la rivoluzione della luna al punto equinoziale di ariete, la sua durata è di giorni 27. 7^{or}. 43'. 4", di modochè se il suo movimento fosse uniforme, essa descriverebbe un arco di 13°. 10'. 35" per ogni giorno: questa è quella che dicesi *rivoluzione tropica*.

692. Riferendosi il movimento della luna ad una stella, la sua durata è di giorni 27. 7^{or}. 43'. 11", di maniera che descrive per ogni giorno la quantità media di 13°. 10'. 35", e per ogni ora 32'. 56". 5; questa rivoluzione è quella che dicesi *Siderale*, la quale è più lunga della rivoluzione tropica di 7"; e ciò a causa della precessione degli equinozii che succede in senso opposto al moto lunare.

693. Avanzandosi il sole col movimento medio in ascensione retta per ogni giorno di 59'. 8", 2 da occidente in oriente, e per ogni ora di 2'. 27", 8 (374); succedendo inoltre il movimento orario della luna anche da occidente in oriente per 32'. 56". 5, ne risulta che la luna descrive di ora in ora, da oriente in occidente, un' arco minore di quello percorso dal sole nell' istesso senso per 30'. 28", 7. Or percorrendo il sole

col moto diurno 15° per ora, n'emerge che la luna nel movimento diurno descrive per ogni ora 14°. 29'. 31", 3, quantità media. Quindi volendosi ridurre in tempo il movimento diurno della luna in longitudine o in ascensione retta; o viceversa, bisogna farne la riduzione alla ragione di 14°. 29'. 31", 3 per un'ora.

694. Laonde il giorno lunare, cioè l'intervallo di tempo fra due passaggi consecutivi pel medesimo semimeridiano, è più lungo del giorno solare, cioè ha una durata maggiore di 24 ore solari. I giorni lunari sono disuguali, attesa la rimarchevole ineguaglianza del movimento della luna, e la durata media di essi è di ore 24.50'. 28", dimodochè il ritardo medio giornaliero del passaggio della luna pel medesimo semimeridiano, per rapporto a quello del sole, è di circa 50'. 28".

697. Avendo il sole, e la luna un movimento proprio da occidente in oriente; ed essendo più rapido quello della luna, che quello del sole, ne deriva che nel movimento diurno, rapportati essi ad una stella, deve la luna fare una rivoluzione molto più lunga per collocarsi nella stessa direzione del sole, di quella che descriver debbe per situarsi nella direzione della stella. La durata della rivoluzione della luna per rapporto al sole è di giorni 29. 12^{or}. 44'. 3", e dicesi essa ***rivoluzione sinodica, mese lunare***, e più comunemente ***lunazione***.

696. Laonde se il moto proprio della luna fosse uniforme, avanzerebbe quello del sole per 12°. 11'. 27", al quale aggiuntovi il movimento medio giornaliero in ascensione retta del sole di 59', 8", 2, darebbe il di sopra marcato movimento medio della luna per rapporto alla stella di 13°. 10', 35".

697. Si è detto che le orbite dei pianeti primarii sono tante ellissi, e che il sole ne occupa uno de' fuochi, come lo sono parimenti quelle dei pianeti secondarii, delle quali il pianeta primario a cui essi appartengono, giace in uno dei fuochi. Aggiungiamo ora che si denomina ***Aphelio*** il punto dell'orbita del pianeta il più lontano dal sole, e ***Perihelio*** il punto dell'orbita medesima il più prossimo al sole. Tali punti sono compresi sotto il nome di ***Apsidi***, e la linea che li congiunge vien chiamata ***linea degli Apsidi***, la quale naturalmente è l'asse maggiore dell'orbita a cui appartiene. Siffatta linea ha un movimento di rivoluzione intorno al sole da occidente in oriente, differente in velocità per li diversi pianeti: per la terra la sua durata è di circa 20855 anni.

698. L'orbita della luna essendo una elisse di cui la terra ne occupa uno dei fuochi, ha parimenti i suoi Aphelio e Perihelio, e di tali punti più comunemente il primo suole dirsi *apogeo della luna*, ed il secondo *perigeo*, mentre la linea degli apsidi fa pure la sua rivoluzione da occidente in oriente. Questa rivoluzione che dicesi ***Anomalistica***, si compie nella durata di giorni 27. 13^{or}. 8'. 25".

699. Le intersezioni dell'orbita della luna coll'eclittica, come quelle di ogni altro pianeta, diconsi ***nodi***, e la congiungente di essi chiamasi ***linea de' nodi***, la quale anche per la luna ha un movimento

retrogrado da oriente in occidente della durata di anni 18, e 28 giorni, avanzandosi perciò in occidente per 19°. 20′ circa in ogni anno. Il nodo ove trovasi la luna o altro pianeta, allorchè passa dal lato di sud a quello di nord dell'eclittica, dicesi *nodo ascendente* e suole rappresentarsi ☊, e l' altro chiamasi *nodo discendente*, e si rappresenta ☋.

700. Dalle cose esposte si ricava che il movimento della luna non è uniforme, e va soggetto ad ineguaglianze rimarchevoli, delle quali irregolarità bisogna tenere stretto conto, allorchè ricorriamo a tale satellite per determinare elementi di calcolazione utili o necessarii a ben dirigere la navigazione.

SEZIONE II.

Delle fasi lunari, e dell' ecclissi.

701. Diconsi *fasi lunari*, i differenti aspetti sotto i quali si presenta a noi la luna; di esse se ne distinguono quattro principali, e sono la nuova luna o la luna in congiunzione, il primo quarto, la luna piena o la luna in opposizione, e l' ultimo quarto.

702. Dicesi *luna nuova*, *novilunio* o *luna in congiunzione*, quella fase, che ha luogo quando la luna si trova fra il sole, e la terra. Verificandosi questa fase, la luna sorge quasi quando sorge il sole, passa pel meridiano poco dopo il sole, e tramonta approssimativamente nell'istesso tempo che il sole. Nell'epoca in parola la luna non è affatto visibile, perchè presenta a noi l'emisfero non illuminato.

703. Due o tre giorni dopo la nuova luna, comincia a comparire una piccola parte del disco illuminato, ed apparisce verso la sera, poco dopo il tramontare del sole, rivolta con la parte convessa verso occidente sotto la forma di mezza-luna, le di cui corna sono dirette con le punte ad est. Questa particella luminosa s' ingrossa di giorno in giorno, e giunto che sarà il satellite della terra a 90° di distanza dal sole, la sua parte illuminata si mostra a noi sotto la forma di mezzo cerchio: questa fase è quella che chiamasi *primo quarto*; ed in tal' epoca la luna sorge verso mezzodì, passa pel meridiano circa le sei ore della sera, e tramonta verso mezzanotte. Dopo questa seconda fase, la parte illuminata continua ad aumentare fino a che giunge a 180° di distanza dal sole: questa terza fase principale è quella che dicesi *luna piena*, *plenilunio*, o *luna in opposizione*, ed allora la luna si mostra sotto la figura di un cerchio: sorge quasi quando tramonta il sole, passa pel meridiano poco dopo il sole, e tramonta ad un di presso quando sorge il sole. Dopo avveratosi il plenilunio non si vede più per intero l'emisfero illuminato, la parte visibile va gradualmente diminuendo, di modochè percorsa che avrà la luna 270° della sua orbita, si dice essere nel suo *ultimo quarto*; ed allora si presenta di bel nuovo sotto la figura di un mezzo cerchio: in questa ultima fase, sorge essa

verso mezzanotte, passa pel meridiano a circa 6 ore del mattino, e tramonta poco dopo mezzodì.

704. Decorso l'ultimo quarto, la luna continuando ad approssimarsi al sole, ne avviene che la parte visibile del suo emisfero illuminato continua a menomarsi gradatamente, e per conseguenza riprende la forma di una mezza-luna, dirigendo ad ovest le sue corna. La mezza luna diminuisce di giorno in giorno finchè terminata la lunazione, si perde di vista la luna nel mettersi questa in congiunzione col sole.

705. Giova avvertire che la parte del disco illuminato, scomparsa dopo il plenilunio è la stessa che quella veduta dopo la luna nuova, di maniera che nell'ultimo quarto è invisibile quella parte dell'emisfero illuminato che si vedeva nel primo quarto.

706. Appena dopo la congiunzione, qualche volta si vede l'emisfero oscuro della luna di color cenericcio: quest'apparenza è prodotta dalla luce del sole che la terra riflette sulla luna, come la prima volta avvertì Leonardo Vinci, celebre pittore Italiano.

707. Per comprendersi meglio quanto si è detto nei numeri precedenti guardasi la figura 51, ove rappresentano LMNO l'orbita della luna, T la terra, S il sole, i di cui raggi di luce che cadono sulla luna si possono supporre paralleli, attesa la gran distanza che vi è fra questi due astri; *abc* l'emisfero illuminato visibile in parte o in tutto per la terra.

708. Si avverte che le fasi della nuova, e della piena luna sogliono denominarsi pure *Sizigie*; ed il primo e l'ultimo quarto si dicono anche *quadrature*; e che le fasi che han luogo quando la luna trovasi a 45, 135, 225, 315 gradi dalla congiunzione, si dicono *ottanti*, de'quali il primo ed il quarto sono esattamente simili, come lo sono il secondo ed il terzo.

709. Dicesi età della luna, il numero de' giorni decorsi dopo la nuova luna.

710. Sotto il nome di eclisse intendiamo la privazione parziale, o totale della luce in un corpo opaco.

711. La luna trovandosi nel piano dell'eclittica, allorchè passa per uno de' nodi, ne avviene che verificandosi tale passaggio quando è in congiunzione col sole, succede che una porzione della superficie della terra, vien ad essere privata della luce del sole; e se poi la luna trovasi in opposizione, allora ne verrà privato l'emisfero della luna rivolto al sole in tutto, o in parte. Nel primo caso si direbbe eclisse terrestre, ma invece ed impropriamente dicesi *eclisse solare*, e nel secondo caso dicesi *eclisse lunare*.

712. Per potersi dare luogo ad una eclisse, non è rigorosamente necessario che la luna sia precisamente in uno dei nodi; potrà verificarsi un' eclisse anche nelle vicinanze di tali punti, purchè abbia luogo in uno delle sizigie.

713. Quindi l'eclisse solare, sarà totale, o parziale secondochè

il semidiametro della luna, attesa la minore o maggiore distanza della terra, sarà maggiore o minore del semidiametro apparente del sole; e secondochè le linee de'centri di tali astri formano una sola retta, o che facciano un picciolo angolo; mentre l'eclisse lunare sarà totale o parziale, a misura che la luna è immersa in tutto, o in parte nel cono dell'ombra projettata dalla terra.

714. Quindi è che le eclissi non si vedono nello stesso tempo, e della medesima grandezza da' diversi luoghi della terra.

715. La precisione colla quale si è giunto a calcolare e predire la durata, la estensione, e l'istante delle eclissi, ci assicura della esattezza dei metodi adoprati per determinarli: tali circostanze possono sottomettersi a calcolo per esser dipendenti dalla situazione relativa del sole, della luna, e della terra; non che dai volumi, velocità, e parallasse dei medesimi astri. L'esperienza dimostra la veracità delle asserzioni degli astronomi, poichè si osserva un perfetto accordo fra le predizioni, ed i risultamenti.

SEZIONE III.

Della maniera di conoscere l'epoche delle fasi lunari.

716. Le osservazioni ci fan avvertire altresì che dopo il periodo di 19 anni, le fasi simili della luna succedono nello stesso giorno. Ecco il perchè un periodo così notabile si è detto *ciclo d'oro*, o *ciclo lunare*, e si è dato il nome di *numero d'oro* a quello che indica un'anno qualunque di tale ciclo.

717. Il primo anno dell'era cristiana occupava il secondo posto nel ciclo d'oro, cioè che il numero d'oro era 2, nel secondo 3, e così successivamente.

Quindi si ricava che per ottenere il numero d'oro convenevole ad un'anno qualunque, bisogna aggiungere uno al numero esprimente l'anno proposto, e dividere la somma per 19; poichè il resto di tale divisione indicherà il numero d'oro cercato, senza tenersi conto del quoziente; così pel 1841, il numero d'oro è 18.

718. Dicesi *anno lunare*, il periodo di 12 lunazioni. Dunque l'anno lunare differisce in meno dall'anno solare di circa 11 giorni, val quanto dire che se nel primo gennaio di un anno, succede la luna nuova, cioè che incomincia la prima lunazione d'un anno lunare, questo si compierà verso il dì 20 decembre dell'anno stesso, di modochè nel principiare del primo gennaio dell'anno seguente, l'età della luna sarebbe di 11 giorni circa; e perciò nel primo gennaio del secondo anno vegnente, sarebbe di 22 giorni; nel terzo di $33-30=3$; e così in prosieguo.

719. Dicesi *Epatta* d'un anno, il numero che disegna l'età che la luna ha nell'incominciamento di tale anno, o nel finire dell'anno precedente. Quindi l'epatta aumenta di circa 11 giorni per anno, di ma-

niera che se l'epatta di un anno è 11, quella del secondo anno è 22, quella del terzo è 33—30=3, e così di seguito.

720. Succedendo il novilunio nel primo gennaio del primo anno di un ciclo d'oro, sarà zero l'epatta di un tale anno, quella del secondo anno dello stesso ciclo sarà 11, del terzo 22, del quarto 33 — 30=3, ecc. Onde ne siegue che per aversi l'epatta d'un anno, bisogna diminuire di uno il numero d'oro dell'anno proposto, moltiplicare il residuo per 11, ed il prodotto dividerlo per 30, se è possibile; poichè il prodotto se non eccede 30, o al contrario il resto della divisione, dinoterà l'epatta dell'anno proposto. Così l'epatta dell'anno 1841=7.

721. Per determinare l'epoca di una fase principale della luna, o l'età della medesima, bisogna ricorrere alla tavola della conoscenza dei tempi, ove vi si vedono registrate per l'anno della tavola non solo l'epoche delle fasi principali per Parigi, nelle quali succedono in tutti i mesi, ma benanche l'età della luna per ciascun giorno dell'anno.

722. Per conoscere coll'aiuto delle indicate tavole, l'epoca di una fase principale per un luogo posto fuori del meridiano di Parigi, si operi come appresso.

Si prende nella tavola della conoscenza de'tempi l'epoca, in cui nel mese dato succede la fase richiesta; si riduce tale epoca al tempo che si conta nel luogo proposto; e dal risultamento si avrà l'epoca cercata.

Esempio.

Si domanda l'epoca del novilunio nel mese di giugno 1840 per Napoli

Tem. del nov. per Parigi = 1840 giugno 29 a $2^{or}. 09'$ della sera
Longit. di Napoli = $11°. 55'. 30''$ E = + $47. 42''$

Epoca del novilun. cercato = giugno 29 a 2. 56. 42

723. Volendo provedere al caso in cui il pilota trovasi sfornito della tavola della conoscenza de'tempi, o di altro almanacco accreditato, esibiamo due computi per determinare l'epoca di una fase principale della luna, se non colla precisione dell'esposto primo metodo, almeno con approssimazione sufficiente ai bisogni del marino; e sono uno per mezzo dell'epatta e l'altro per mezzo delle tavole dell'anomalia della luna di *de la Caille*.

Per mezzo dell' epatta.

724. Coll'aiuto dell'epatta, si potrà avere direttamente il novilunio e poi dall'epoca di tale fase se ne ricavano benanche l'epoche delle altre fasi principali, operando come appresso.

Si determina l'epatta dell'anno proposto, ed il numero che la esprime si aggiunge al numero dei mesi decorsi da Marzo inclusivo sino al mese, di cui si cerca il giorno della nuova luna, anche compreso.

La somma ottenuta, se il mese dato è di 30 giorni, si toglierà da 29 e da 59, secondochè tale somma è minore, o maggiore di 29, ma se il

mese dato è di 31 giorni, si toglierà la stessa somma da 30, o da 60, secondochè sarà questa maggiore o minore di 30, ed in tutti i casi il residuo indicherà il giorno della nuova luna che si cerca. Così volendosi il giorno della nuova luna del mese di giugno 1840, si prende la somma dell'epatta, che è 26, e del numero di mesi da marzo a giugno, inclusivi, che di 4, e si avrà 30. Si sottrae il 30 dal 59, per essere giugno di 30 giorni, e si otterrà il 29 giugno, che indica il giorno del novilunio cercato.

725. Coll'epatta si potrà determinare l'età della luna, praticando come appresso, e da essa si ricaverà poi l'epoca di una fase qualunque.

Si prende la somma dell'epatta, del numero dei giorni che segna nel mese quello in cui si cerca l'età della luna, e del numero de'mesi da marzo al mese dato, inclusivi: tale somma indicherà l'età della luna, se non eccede il 30; altrimenti dalla stessa somma se ne toglierà il 29 o il 30, secondochè il mese è di 30, o di 31 giorni, ed il residuo dinoterà l'età della luna che si va cercando. Così volendosi l'età della luna nel giorno 29 giugno 1840, si prende la somma di 26 per l'epatta, di 4 per li mesi, e del 29 che sono i giorni del mese; indi del 59, che n'è la somma, si toglie il 29, per essere giugno di 30 giorni; onde aversi dall'eccesso, ch'è 30, il numero che indica l'età della luna: secondo questo computo nel giorno 29 giugno, il novilunio avrebbe dovuto aver luogo poco meno di 12 ore prima.

Volendosi l'età della luna in un giorno de' mesi di gennajo, o di febbrajo; si prende la somma dell'epatta, e del numero de'giorni del mese che disegna il dato; se tale somma è minore di 30, essa indicherà l'età della luna; altrimenti diminuita di 30 nel mese di gennajo, o di 29 nel mese di febbrajo, il residuo darà l'età della luna cercata. Così l'età della luna nel giorno 26 gennajo $1842 = 18 + 24 - 30 = 12$.

726. Determinato che sarà direttamente il giorno della nuova luna, aggiungendovi ad esso il $7\frac{1}{2}$, o il 15, o il $22\frac{1}{2}$, si avrà nel primo caso il giorno del primo quarto, nel secondo quello del plenilunio, e nel terzo il giorno dell'ultimo quarto. Come pure determinata che sarà l'età della luna, riescirà cosa facile il ricavarne il giorno delle fasi principali, che hanno di già avuto luogo, o quelle che sono le più prossime a succedere.

Il metodo per determinare le fasi lunari per mezzo dell'epatta dà un risultamento soggetto ad errore considerevole, che giunge alle volte al di là di due giorni; e perciò è da preferirsi il seguente metodo dell'anomalia, il quale sebbene può dare qualche errore, non è però questo valutato da'marini; poichè costoro adoprandone il risultamento pel calcolo delle maree, ove un'errore di 3^{or} nel computo delle fasi lunari, non produrrebbe che un'errore di $10'$ nel calcolo delle maree.

Per mezzo delle anomalie.

727. Niuno fin oggi ha saputo meglio immaginare delle tavole speciali da soddisfare all'oggetto, meglio di quelle di *de la Caille*, calcolate

di nuovo con molto buon senno da Dulaguc. Desse sono quelle che ci faranno conoscere le fasi lunari per mezzo dell' anomalia, e che noi adotteremo per l' oggetto.

728. La tavola XII comprende le tavole di de *La Caille*, che per maggior chiarezza distinguiamo con le lettere S, B, Q.

729. La tavola S fa conoscere qual' è la prima fase che ha avuto luogo nel mese di gennajo di un dato anno. Questa fase è indicata dal numero della colonna sotto la lettera P, beninteso che il numero 1 di tale colonna dinota che nel mese di gennajo dell'anno proposto, la prima fase che vi ebbe luogo, fù la nuova luna, il 2 il primo quarto, il 3 il plenilunio, ed il 4 l' ultimo quarto; avvertendo che nell' applicazione da farsene, il 5 disegnerà la luna nuova seguente, il 6 il primo quarto vegnente, il 7 il plenilunio susseguente; e l' 8 il venturo ultimo quarto. Così per l'anno 1841, il numero 3 della colonna P, dinota che la prima fase succeduta in gennajo del corrente anno 1841, è stata il plenilunio.

730. I numeri della colonna sotto la lettera A della stessa tavola S, esprimono l' anomalia della luna per la prima fase di gennajo, cioè la distanza in cui la luna si ritrova in tal posizione dal suo apogeo: l' anomalia della luna cresce sino a 1000, giacchè per maggior comodo di calcolazione l'orbita lunare, per rapporto al suo apogeo, si è convenuto dividersi in mille parti eguali.

731. Nella tavola B, il numero de'giorni, ore, e minuti corrispondente al mese dato, disegna l'intervallo di tempo decorso dopo la prima fase dell' anno, oltre de' mesi, sino alla fase indicata dal numero della colonna P della stessa tavola B. Così nella seconda linea del mese di giugno si trovano registrati giorni 11. 10^{or}. 51', e poi il 2 sotto la lettera P, onde indicare che dalla prima fase accaduta in gennajo sino al primo quarto di giugno, sono decorsi giorni 11. 10^{or}. 51', senza tener conto de' mesi.

732. I numeri della colonna A della stessa tavola B, segnano l'aumento dell' anomalia nel tempo decorso dopo la prima fase dell' anno; e nel calcolarlo si sono rigettate le rivoluzioni intere della luna, cioè se ne sono tolti i mille; ciò perchè le ineguaglianze, e le irregolarità del movimento lunare, incominciano ad essere le stesse, dopo ciascuna rivoluzione terminata.

733. Se il movimento della luna fosse uniforme e regolare, come si suppone nelle tavole S e B, basterebbe per calcolare il momento in cui succede una fase qualunque, coll'aggiungere i giorni, le ore, ed i minuti registrati nella tavola S, in corrispondenza dell' anno dato, ai giorni, ore, e minuti della tavola B, presi dalla casella del mese in proposito, e dalla linea corrispondente a quel numero P, che unito all' altro numero P dell' anno, viene a formare il numero che disegna la fase che si cerca: ma atteso le rimarchevoli ineguaglianze del moto della luna, tale calcolo ha bisogno d' una correzione; e per l'oggetto si è formata la tavola Q, il di cui uso è il seguente.

734. Presa la somma indicata nel numero precedente, si prenderà benanche la somma dell'anomalia, e del suo aumento avuto dalle colonne A di S, e di B: con tale somma diminuta di mille se occorre, si entra nella tavola Q, e precisamente nella coonna A delle sizigie, se ad essa appartiene la fase che si cerca; altrimenti si va nella colonna A delle quadrature; e si prendono i giorni, le ore, e minuti che li corrispondono, quantità che dicesi *equazione aggiuntiva*, per riunirli alla prima somma, onde avere dal tutto insieme l'epoca della fase che si cerca.

735. Si avverte che i numeri della colonna A, della tavola Q differiscono tra essi di 10; e perciò la tavola è divisa in unità che possono esservi oltre le decine. Quindi l'equazione aggiuntiva si rinverrà in corrispondenza della orizzontale del numero diminuito delle sole unità che si ritrova nella colonna A, e della verticale dell'unità superanti.

736. Laonde si rileva che volendosi una fase lunare, bisogna prendere dalla tavola B quel numero P del mese dato, che faccia col numero P dell'anno proposto 1 o 5, per la nuova luna, pel primo quarto 2 o 6, pel plenilunio 3 o 7, e per l'ultimo quarto 4 o 8.

737. Se la fase da calcolarsi appartiene al mese di Gennajo, o di Febbrajo di un anno bisestile, in tal caso al tempo ottenuto dal calcolo per la fase cercata si aggiunge un giorno, e la somma indicherà l'epoca vera della fase richiesta.

738. Allorchè nel calcolo di una fase qualunque, si ottiene un risultamento che sorpassa il numero dei giorni del mese dato, bisogna fare da capo il calcolo, col supporre volersi determinare la stessa fase pel mese precedente, e dal ricavato di quest'ultima calcolazione se ne tolgono i giorni del mese supposto, cioè di quello che precede al dato; si avrà dal residuo l'epoca nel mese proposto in cui avrà luogo la fase cercata.

739. Le tavole in parola sono calcolate pel meridiano di Parigi, perciò volendosi una fase per un luogo fuor del meridiano di Parigi, bisogna ridurre il tempo ritrovato al tempo che si conta nel luogo.

Esempio I.

740. Si domanda l'epoca in cui succede l'ultimo quarto nel mese di luglio 1841 in Napoli.

					A	P
Per l'anno 1841.	=	6^g.	13^{or}.	58'.	535.	3
Luglio	=+	3.	12.	47.	698.	1
Som.	=	10.	02,	45.	233.	4
Equaz. aggiunt. per le quad..	=	1.	6.	20		
Epoca dell'ultimo quarto in Parigi . .	=	11.	9.	05		
Longit. di Napoli 11°. 55' E.	=+			47.	42"	
Epoca dell'ultimo quarto per Napoli.	=	11.	9.	52.	42	

Esempio II.

Si domanda l'epoca del plenilunio del mese di aprile 1840 per una nave posta nella long. 12°. 45' O.

		A	P
Per l'anno 1840	=	2^{g}. 10^{or}. 41'. 139.	1
Per aprile.	=+	13. 12. 15. 757.	2
Somma	=	15. 22. 56. 896.	3
Equaz. aggiunt.	=	9. 00	
Epoca del plen. pe' Parigi.	=	16. 07. 56	
Long. della nave = 12°. 45' O.	=—	51	
Epoca del plenil. per la nave, aprile 1840	=	16. 07. 05	

Esempio III.

Si domanda l'epoca del primo quarto della luna nel mese di marzo 1846, per un luogo posto nella longitudine 21.30. O.

		A	P
Per l'anno 1846 . . .	=	4^{g}. 2^{or}. 11'. 714.	2
Per marzo.	=+	29. 18. 221.	4
Somma	=	33. 20. 11. 935.	6
Equazione aggiunt. .	=	9. 01	
Risultam. ecceden.	=	34. 5. 12	

		A	P
Dunque per l'anno 1846	=	4^{g}. 2^{or}. 11'. 714.	2
Per febbrajo	=+	28. 4. 43. 149.	4
Somma	=	32. 6. 54. 863.	6
Equaz. aggiunt.	=	3. 27	
Risultam. ecced.	=	32. 10. 21	
		—28.	
Primo quarto per Parigi in marzo	=	4. 10. 21	
Longit. del luogo 21°. 30' O.	=—	1. 26	
Epoca del primo quar. pel luogo in marzo	=	4. 8. 55	

Esempio IV.

Si domanda l'epoca della nuova luna che ha avuto luogo nel mese di febbraio 1840 per Palermo.

				A	P
Per l'anno 1840-Bisest. =	2^g.	10^{or}.	41'.	39.	1
Per febbraio + 1^g . . = +	29.	4.	43.	49.	4
Somma. . . . =	31.	15.	24.	88.	5
Equaz. aggiunt. . . . . =		24.	41		
Somma ecced. =	32.	16.	05.		

Dunque per l' anno 1840. . . . . . . =	2^g.	10^{or}.	41'.	139.	1
Per gennaio + 1^g. . . . . = +	30.	14.	35.	75.	4
Somma . . . . =	33.	1.	16.	214.	5
Equaz. aggiunt. . . . . =		24.	58		
Risultam. eccedente . . . . =	34.	2.	14		
	− 31				
Epoca in cui succ. la luna nuov. in Feb. a Parigi =	3.	2.	14		
Diff. dei merid. 11°. 2'.41''.E. . . . . = +			44.	10''	
Epoca della fase richesta pel luogo. . =	3.	2.	58.	10	

CAPITOLO V.

Del flusso e riflusso del mare e del modo di cacolare le maree.

SEZIONE I.

Del flusso, e riflusso.

741. Il *flusso, e riflusso* è il movimento giornaliero, periodico, e regolare del mare, per effetto del quale le sue acque si elevano per sei ore, ed innalzate che saranno restano nello stato ove giungono per la durata di 9 a 12 minuti; indi si abbassano per l'intervallo di altre ore sei, e discese, rimangono nel novello stato per 9 a 12 minuti; si rialzano di nuovo, e così di seguito, di maniera che le coste vengono inondate due volte al giorno, ed abbandonate egualmente due volte al giorno quelle coste, che furono di già coverte.

742. Dicesi *flusso*, il movimento pel quale il mare si eleva. Chiamasi *riflusso*, il movimento pel quale il mare si abbassa. Prende nome

di *alta marea*, lo stato del mare elevato alla più grande altezza. Si denomina *bassa marea* lo stato del mare disceso alla minima altezza. In fine si dà il nome di *marea*, ai due movimenti del mare.

743. Le osservazioni ci fanno marcare i fenomeni indicati nei seguenti numeri.

744. Il mare per quanto più si eleva nel suo flusso, per altrettanto si abbassa col suo riflusso. Il flusso ha luogo due volte, ed altrettante volte il riflusso, nel'intervallo di tempo fra i due passaggi consecutivi della luna pel meridano, cioè fra 24°. 50'. 28".

745. Nel termine di giorni 29. 12^{or}. 44'. 03", vale a dire nella fine di ciascuna lunazione, in cui la luna si ritrova nella stessa posizione per riguardo al sole le maree succedono nella medesima guisa, e ritornano pure nella stessa ora, come accade anche in ogni 15 giorni circa.

746. Nelle zone torride, se non vi si frappone ostacolo, ne'luoghi che sono sotto lo stesso meridiano, le maree si verificano nello stesso modo e nel tempo medesimo; nelle zone temperate accadono prima nelle minori, e poi nelle maggiori latitudini; ed al di là di 65° di latitudine le maree non sono sensibili.

747. Verso le sizigie, le maree sono le più grandi di quelle che si osservano nelle quadrature; e generalmente si avvera che le più forti maree succedono quando la luna trovasi circa 18° al di là delle sizigie; e le più piccole hanno luogo, quando la luna è a 18° al di là delle quadrature.

748. È comune opinione che le maree negli equinozii sono le più grandi nelle sizigie, e le più piccole nelle quadrature, che non lo sono in ogni altra lunazione. (Lalande è d'avviso contrario, e sostiene con solidi ragionameni che tali cose accadono ne'solstizii); per l'opposto nello avvicinarsi il sole ai tropici, le maree delle sizigie sono meno forti e quelle delle quadrature più grandi, che non lo sono relativamente in tutte le altre lunazoni.

749. Subito che le maree si elevano di più nelle sizigie, e di meno nelle quadrature, ne deriva che le maree crescono dalle quadrature alle sizigie, e decrescono dalle sizigie alle quadrature.

750. Quando la luna è nelle quadrature, o nelle sizigie, le alte maree succedono nei mari liberi tre ore dopo il passaggio della luna pel meridiano. L'altamarea accade più presto, o più tardi delle tre ore secondochè la luna va dalle sizigie alle quadrature o dalle quadrature alle sizigie. L'ora dele maree è sempre la stessa nel nostro emisfero, sia che la luna si ritova in un'emisfero boreale, sia che si trattiene nell'altro emisfero.

751. Le maree si osservano tanto più grandi, per quanto la luna è più vicina alla terra; esse sono le più forti (astrazione fatta da qualunque altra influenza), allorchè la luna è perigea; e sono molto più grandi nell'avvicinarsi della luna all'equatore. Adunque le più grandi

maree sono quelle, allorchè la luna è perigea, è in una delle sizigie, e trovasi nell'equatore.

752. I cambiamenti di distanza del sole dalla terra, influiscono parimenti sulle maree, ma d'una efficacia meno sensibile.

753. Le maree d'uno stesso giorno non sono egualmente forti, l'una più grande, che l'altra per sei mesi, mentre la prima è più debole della seconda negli altri sei mesi. Nel nostro emisfero le maree del mattino sono più forti nell'inverno, e più deboli nell'estate.

754. Si osserva benanche una differenza tra le maree della nuova luna, e quelle della luna piena. In ordine a queste, anche dopo il decorso di sei mesi, le maree più forti divengono le più deboli. Il motivo di ciò si è, che se per sei mesi la luna vedesi nella più piccola distanza dalla terra nelle epoche de'novilunii, durante gli altri sei mesi essa si ritroverà più vicina alla terra ne'tempi dei plenilunii.

755. Riflettendo su gli esposti principali fenomeni in ordine alle maree, facilmente si conchiude, 1.° ch'essi derivano dall'attrazione della luna, e del sole; poichè si è osservato che le medesime sieguono il ritorno della luna in una stessa posizione per rapporto al sole; 2.° che per tal'effetto hanno luogo le più forti maree nelle sizigie, cioè quando il sole, la luna, e la terra si ritrovano quasi in una stessa linea retta, poichè in siffatti casi il sole, e la luna sono in una posizione ove possono riunirsi le loro azioni attraenti; 3.° che per la stessa causa le maree sono più piccole nelle quadrature, poichè in tal caso l'azione del sole è in collisione con quella della luna.

756. Per formarsi un'idea della maniera, come la luna, ed il sole agiscono sulle acque marine, bisogna rammentare che la materia ha per proprietà la gravità, o l'attrazione, dimodochè delle sue parti, l'una tende verso l'altra, e tutte verso il centro, ed i corpi interi tendono l'uno all'altro reciprocamente; per effetto di tale forza tutte le parti della terra, e delle acque, mentre tendono al centro, nell'istesso tempo per effetto della stessa gravità vengono attirate pure verso la luna ed il sole; e come altra volta si è avvertito che questa gravità, la forza attraente, cresce a misura che diminuisce il quadrato della distanza, perciò risulta che le acque marine che covrono la porzione del globo, la più vicina all'astro, sono attratte più fortemente che il centro medesimo; e che nella porzione opposta dello stesso globo, le acque vengono attirate con minor forza che il centro. Così le acque del mare le più prossime all'astro, essendo attirate più fortemente che il centro, debbono muoversi con più rapidità che il centro, e che per conseguenza tendono ad elevarsi con una forza eguale all'eccessa di quella che le attrae verso l'astro, su quella che le attira al centro. Nella parte opposta del globo le acque del mare, tutto al contrario, venendo attratte meno fortemente che il centro, perciò debbono esse rimanere indietro per rapporto al centro, con allontanarsene per una forza, quasi eguale a quella con la quale vengono discostate le acque più vicino all'astro. Ecco il perchè

le acque marine, si elevano contemporaneamente in due punti della terra, opposti per diametro.

757. Poichè il mare a misura che si eleva verso la luna, o verso il sole, esso s'innalza parimenti nella parte diametralmente opposta della terra, ne deriva che in un luogo vi sarà alta marea, quando l'astro passa pel meridiano al di sopra dell'orizzonte, come pure quando vi passa al di sotto; ecco adunque il perchè si ripete sì il flusso, che il riflusso due volte al giorno.

758. Subito che le acque marine si elevano nelle parti al di sopra delle quali vi è il sole, o la luna, ed in quelle opposte per diametro, ne risulta per conseguenza che le acque debbono abbassarsi nella distanza di 90° da tali punti.

759. Nelle congiunzioni, e nelle opposizioni le due forze della luna e del sole, concorrono insieme, e perciò l'elevazioni delle acque debbono essere più grandi; poichè nelle congiunzioni, i due astri passano nell'istesso tempo pel semimeridiano superiore, e nelle opposizioni passando l'uno pel semimeridiano superiore, mentre l'altro passa pel semimeridiano inferiore, il mare tende ne'due casi ad elevarsi nell'istesso tempo. A prima vista sembra cosa maravigliosa che nel primo caso il mare si eleva per l'istessa quantità, che nel secondo, abbenchè i due astri nel primo rincontro sono dall'istesso lato della terra, mentre nel secondo la terra è fra i due astri; ma scomparisce ogni difficoltà col riflettere che il mare nel mentre che si eleva verso uno de'due astri, esso s'innalza egualmente nella parte opposta per diametro.

760. Nelle quadrature vi è una specie d'opposizione fra la forza attraente del sole, e quella della luna; poichè trovandosi i due astri nella distanza di 90°, l'uno tende a far abbassare le acque, ove l'altro agisce per elevarle.

761. Le acque per effetto della loro inerzia presentano una resistenza all'impressione che ricevono, e perciò le maree succedono sempre con ritardo. Le più grandi alte maree, comunemente dette *maline* non si osservano mai nel giorno istesso che la luna, è nelle sizigie, ma un giorno e mezzo, ed anche due giorni dopo. Parimenti le più forti basse maree, cioè le *acque morte* non succedono, che un giorno o due, dopo che la luna è nelle quadrature. Alla causa dell'inerzia si aggiunge che le maree non aumentano in conseguenza d'un solo colpo, ed in un solo istante, ma per l'azione reiterata dalla stessa causa, e del medesimo agente.

762. Dopo il flusso ed il riflusso, le acque restano per qualche tempo in riposo senza che discendano, o che si elevano; ciò avviene principalmente, perchè le acque per effetto della loro inerzia tendono a conservare il riposo e l'equilibrio, anche nello stato ove sono pervenute nel momento dell'alta, o della bassa marea.

763. L'azione del sole sulle acque marine, è meno forte di quello della luna. Poichè quantunque il sole è incomparabilmente più grande

della luna, però l'immensità della sua distanza paragonata con quella della luna, fa molto più che compensare ciò che esso ha in grandezza sulla luna.

764. Differenti cause, come per esempio l'alto fondo, una piccola larghezza di alcuni stretti di mare, i venti, le correnti irregolari, la configurazione delle coste, influiscono sull'altezza, e sul tempo delle maree e dan luogo a significanti varietà.

765. I mari di picciola estensione come il Mediterraneo, il mar Caspio ecc: che hanno poca comunicazione coll'oceano, o non ne hanno affatto, non presentano delle maree considerevoli; poichè l'elevazione del mare è tanto più picciola, per quanto è minore la sua estensione (a).

SEZIONE II.

Del modo di calcolare il tempo in cui succede un'alta, o bassa marea.

766. Si è di già avvertito che per l'istesso luogo l'alta marea succede all'istessa ora sì nel novilunio, che nel plenilunio (745): a tale ora si è dato il nome di *stabilimento del porto*. Quest'ora medesima è approssimativamente il ritardo dell'alta marea sull'ora del passaggio della luna, tanto pel semimeridiano superiore, quanto per l'inferiore; poichè la luna nelle sizigie passa pel meridiano verso mezzodì, e verso mezzanotte.

767. Per determinare l'ora dell'alta marea in un porto di cui se ne conosce lo stabilimento (b) *si aggiunge l'ora del passaggio della luna pel meridiano del luogo, in cui si cerca l'alta marea, all'ora dello stabilimento del porto, e si avrà il tempo approssimativo del-*

(a) Nell'Isola di Santa Elena, al Capo di Buona Speranza, alle Filippine, alle Caroline, ed alle Molucche le acque nell'alta marea non si elevano più di 3 piedi; a Taiti in mezzo al grande Oceano non più di un piede.

Al contrario alle foci del fiume delle Amazoni, negli stretti delle isole della Sunda ec. ec., si nsserva inalzarsi il mare all'altezza di 15 piedi; mentre nel gnlfo Arabico, e nello stretto Magellanico si eleva di 15, 18, sino a 20 piedi; e nelle foci dell'Indo fino a 30 piedi.

Parimente nelle spiagge atlantiche di Fez e di Marocco, si eleva il mare di 10 piedi, alle coste del Portogallo di 11 a 12 piedi; in quello di Cantabriche nella Spagna di 12 a 13 piedi; nei lidi dell'Aquitania e sull'Armerine della Francia di 15 a 18 piedi.

Nel littorale di Bristan nell'Inghilterra, e per tutto il Canale di San Giorgin, le acque marine si elevano fino a 40 piedi; mentre nella Manica tra la Francia e la Gran Brettagna il mare spesso monta a 50 piedi, e quando il mare è procelloso e concorrente, giunge di molto più in alto.

Nelle coste Belgiche ed Olandesi, il flusso incnmincia a diminuire. Nei liti occidentali della Iutlaodia, il mare non si eleva al di là di 5 a 7 piedi; sulle coste delle Norvegia di 5 a 6 piedi; e nei mari circum-polari è appena sensibile, come si è detto.

(b) La tavola XIII dà conoscenza de' stabilimenti de' porti di diversi luoghi principali.

l'alta marea: 2°. *Si trovi nella conoscenza di tempi la parallasse orizzontale della luna, pel mezzodì, o per la mezzanotte del giorno dato, secondo che l'ora ritrovata si approssima più alla prima epoca che alla seconda. Indi nella tavola XIV, dalla colonna sotto il titolo di parallasse orizzontale, e precisamente da quella ove il numero de' minuti più si approssima alla parallasse determinata, si prende la quantità che corrisponde all'ora del passaggio della luna pel meridiano, e si aggiungerà tale quantità all'ora prossima dell'alta marea, o pure si toglierà dalla stessa, secondo il segno di cui la quantità medesima si vede affetta; e dall'ultima somma, o dal residuo si avrà l'ora dell'alta marea cercata.*

768. Il fondamento della regola stabilita si è, che nelle sizigie la luna passando pel meridiano verso mezzodì, e verso mezzanotte (702. 703), l'ora del passaggio della luna pel meridiamo istesso, sarà nel giorno appresso eguale al ritardo di tale passaggio, nel secondo giorno appresso sarà eguale alla somma di due ritardi corrispondenti ai due giorni decorsi dopo la sizigie; ed in generale l'ora del passaggio della luna pel meridiano in un giorno qualunque, sarà approssimativamente eguale alla somma de'ritardi successivi dopo la sizigie.

Or il ritardo di ciascuna marea è a un di presso uguale al ritardamento corrispondente del passaggio della luna pel meridiano, dunque l'ora dell'alta marea di un giorno qualunque è quasi uguale all'ora dell'alta marea nelle sizigie, cioè allo stabilimento del porto, più la somma de' ritardi de' passaggi pel meridiano dopo la sizigie, o che vale lo stesso più l'ora del passaggio della luna pel meridiano nel giorno dato.

L'epoca ottenuta sarebbe esatta, se le maree seguissero appuntino il moto della luna; ma su di esse il sole vi esercita anche la sua influenza; ed a ciò aggiungendo che l'azione della luna dipende dalla distanza dal suo apogeo, cioè dalla sua distanza dalla terra, ne deriva che l'ora ottenuta per l'alta marea ha bisogno di una correzione dipendente dalla distanza della luna dal sole, e della terra; tale correzione si ha dalla tavola XIV, ove con la parallasse si è posto a calcolo la distanza della luna alla terra e coll'ora del passaggio della luna pel meridiano, si è presa considerazione della distanza della luna al sole.

769. Il ritardo d'una marea, ad una altra simile del giorno seguente è tanto più piccolo, o più grande quanto lo è il ritardo del passaggio della luna pel meridiano, ecco il perchè si è dato alla tavola XIII il titolo di tempo in cui l'alta marea ritarda ogni giorno, in ragione del passaggio della luna pel meridiano.

770. Se il calcolo darà una, o due maree precedenti a quella che si cerca, bisogna aggiungere all' ora ritrovata, la metà del ritardo del passaggio della luna pel meridiano o tutto l' intero ritardo. Se poi il calcolo darà uno, o due maree più in ritardo che la richiesta, bisogna togliere dalla ritrovata la metà, o l' intero ritardo del passaggio della luna pel meridiano. Nell' uno e nell' altro caso, sarebbe meglio inco-

minciare da capo il calcolo pel giorno seguente, o pel giorno precedente.

Esempio.

Si domanda l'ora dell'alta marea che succede nella sera de' 25 maggio 1840 in Rochefort, nella longitudine 3°. 18′ O.

Passag. ☾ pel merid. di Rochefort - 25 mag. a		$19^{or}.27'.24'',4$
Stabilimento del porto. . . . . . . = +		4
Ora prossima dell'alta marea . . . =	23.	27.26, 4
Correzione . . . . = +		6.59
Ora dell'alta marea del giorno 25. =	23.	34.25, 4
Ritardo vero del pas. ☾ pel med . = —		48.00
Il residuo — 12^{or}, dà l'ora dell'alta marea cerc. nel dì 25 mag. 1840 t. v.	10.	46.25, 4 della sera

771. Si potrà determinare l'ora dell'alta o della bassa marea col seguente altro metodo, dandosi la preferenza a quello di già esposto.

1.° Coll'aiuto delle tavole di *de la Caille*, si determini il giorno e l'ora pel luogo dato, in cui succede la fase della luna la più prossima al giorno, di cui si cerca l'ora di un'alta o bassa marea; e per conoscere quale sia la fase a determinarsi, si potrà adoprare all'uopo il computo dell'epatta (725).

2.° Si prende la differenza tra l'epoca della fase più prossima ed il giorno dato; e coll'intervallo di tempo che si ottiene si entra nella tavola XV, ove in corrispondenza di tale intervallo, che si rinviene notato nella prima colonna, si ritrova il numero registrato nella colonna dopo o avanti la nuova o piena luna, dopo o avanti il primo o ultimo quarto, secondo il rango che ha il giorno dato per rapporto alla fase più prossima. Tale numero indicherà il ritardo delle maree, che bisogna aggiunger allo stabilimento del porto, per aversi l'ora prossima dell'alta marea cercata.

3.° Si determini la differenza tra l'epoca della fase più prossima e l'ora prossima cercata per l'alta marea; e coll'intervallo di tempo che si ottiene si ritorna nella tav. XV, ove dalla colonna corrispondente, come si è detto, si prende il ritardo delle maree che fa uopo aggiungere allo stabilimento del porto, per aversi l'ora dell'alta o bassa marea richiesta.

Esempio.

Si domanda l'ora in cui succede una delle alte maree nel giorno 21 novembre 1841 in Cadice.

Eseguendosi il computo dell'epatta per determinare l'età della luna pel giorno dato, si conoscerà che il primo quarto è la fase più prossima.

Si determini il primo quarto	A P
Per l'anno 1841 . . . . =	6g. 13or. 58. 535, 3
Pel mese di novembre . . . . =+	13. 08. 1. 517. 3
Somma. . . . . =	19. 21. 59. 52. 6
Equazione aggiunt. . . . . =	20. 14
Ora del primo quarto per Parigi . . . . =	20. 18. 13
Longitud. di Cadice=6°. 37′. 37″. 0. . =—	26. 30″
Ora del 1°. quarto in Cadice = novem.	20. 17. 46. 30
Giorno dato novem.	21.
Intervallo di tempo. . . . . =	06. 13. 30

Tempo della 4.a colonna . . . =	5or. 23′
Stabilimen. del porto . . . . . =+	8
Ora appros. cerc. . . . . =	13. 23

Ora pross. dell'alta mar. Cadice nov. . . . . =	21g. 13or 23′
Primo quarto . . . . =	20. 17. 32
Intervallo di tempo . . . . =	19. 51

Tempo della 4.a colonna . . . . . =	6or. 03′
Stabilim. del porto. . . . . =+	8
Ora cercata . . . . =	14. 03

CAPITOLO VI.

Del modo di calcolare l'ora del giorno, in un'istante qualunque, per mezzo del moto degli astri.

SEZIONE I.

INTRODUZIONE.

772. L'astro nel percorrere l'arco diurno, può distinguersi in tre punti notabili, e sono nel meridiano, sull'orizzonte, o in un'altezza qualunque.

773. Si è di già avvertito che il moto giornaliero degli astri poteva servire di misura del tempo. Noi ci avvaleremo di questo mezzo in tutte le posizioni marcabili dell'astro, ed all'oggetto nelle tre sezioni seguenti, saremo per istabilire delle regole convenevoli da praticarsi.

SEZIONE II.

Dell' ora del passaggio d' un astro pel meridiano.

774. Per l' ora del passaggio del sole pel meridiano si è detto che questo astro lucido, allorchè passa pel meridiano nell' emisfero visibile, segna il mezzodì (40); dunque sapendosi essere il sole nell' altezza meridiana col modo esposto (503), si conoscerà pure che il mezzodì è l' ora di tale istante.

775. Per determinare l'ora del passaggio della stella pel meridiano, si prende dalla conoscenza de' tempi l'ascensione retta del sole a mezzodì del giorno proposto, e si toglierà dalla ascensione retta della stella, calcolata per lo stesso momento (a), aumentata di 24^{ore}, se bisogna; il residuo indicherà l' ora approssimativa del passaggio della stella pel meridiamo, contata in tempo astronomico.

(a) Volendosi l'ascensione retta, o la declinazione d'ona stella, per un epoca determinata, si potrà ottenere per mezzo del catalogo inserito nella conoscenza de'tempi pagina 129 e seguenti. L'ascensione retta, e la declinazione sono ivi registrate di 10 in 10 giorni pei mezzodì in tempo medio, menochè per la stella polare in ordine alla quale si vedono segnate di 3 in 3 giorni. Volendosi uno di tali elementi per un giorno compreso fra i notati, si determini il quarto proporzionale, il quale si aggiunge, o si toglie dall' ascensione retta o dalla declinazione corrispondente al giorno segnato nella tavola prossimamente minore al dato, secondoche tali elementi van crescendo, o van diminuendo.

Esempio I.

Si domanda l' ascensione retta di Polluce pel giorno 28 Maggio 1840.

Ascens. retta di Polloce pel giorno 20 maggio.	=	$7^{or}.35'.32''$, 13
Idem pel 30 maggio	=	7. 35. 32, 07
Diff.	=	0, 06

10 : 8 :: 0,06 : x=0,048

Ascens. retta di Polluce pel giorno 20	=	7. 35. 32, 13
	—	048
Ascens. retta cerc.	=	7. 35. 32,082

Esempio II.

Si cerca la declinazione di Regolo pel giorno 14 agosto 1840.

Declinaz. di Regolo pel giorno 8	=	$12^{or}.44'.45''$.6 B
Idem pel giorno 18.	=	12. 44.45. 2 B
Diff.	=	0, 4

10 : 6 :: 0,4 : x = 0,24

Declinaz. di Regolo pel giorno 8	=	$12^{or}.44'.45''$,6
	—	0,24
Declinaz. di Regolo cerc.	=	12. 44. 45,36 B

Di fatti dinotando MENQ (Fig. 27) l'equatore, MPN il meridiano del luogo, SKS'S il parallelo del sole, HLG il parallelo della stella in G P il polo, E il punto equinoziale d'ariete, ed ERN il senso nel quale si contano le ascensioni rette, e supponendo che il sole sia in S quando la stella passa pel meridiano del luogo, si avrà l'ascensione retta del sole da ER, la quale tolta da EN ascensione retta della stella, allorchè passa pel meridiano, si avrà per residuo RN, che indica il tempo trascorso dopo il mezzodì.

E supposto il sole ritrovarsi in S', quando la stella giunge al meridiano, è chiara che se all'ascensione retta EN della stella si aggiungono 24^{or}, cioè la intera circonferenza MENQMEN, e poi se ne tolga E NO ascensione retta del sole, si avrà per residuo OQEN, che indica il tempo decorso da mezzodì sino al passaggio della stella pel meridiano.

776. L'ora determinata sarebbe la precisa, se si fosse adoprata l'ascensione retta del sole pel momento stesso del passaggio della stella pel meridiano, come nella figura si suppone; ma essendo ignota l'ora di tale istante, si è presa perciò l'ascensione retta del sole pel mezzodì in Parigi; e quindi l'ora che ne risulta da siffatto calcolo non è un'ora approssimativa del passaggio della stella pel meridiano.

777. L'errore a cui va soggetta l'esposta calcolazione, non potrà mai eccedere 4 minuti, perchè il movimento diurno del sole in ascensione retta è di 59'. 8'', 2 = 4' di tempo circa; e ciò non si avvera che nel caso in cui la stella passa pel meridiano di Parigi, pochi momenti prima del mezzodì del giorno seguente. Laonde volendoci avvalere dell'ora del passaggio della stella pel meridiano, onde prepararci a determinare gli elementi che ci faranno ottenere la latitudine del luogo, come a suo tempo si terrà discorso, potremo arbitrarci di non tener conto di un tale errore. Ma se vogliamo far uso dell'ora di tale passaggio per determinare la marcia diurna di un orologio, o mostra marina, in tal caso per avere un risultamento sufficientemente preciso, si procederà come appresso.

Si determini l'ascensione retta del sole per l'ora del passaggio prossimo della stella pel meridiano di Parigi, come si è ottenuta dalla prima calcolazione, e si toglierà tale ascensione retta da quella della stella, o da quella aumentata di 24^{or}. se occorre; dal residuo ridotto in tempo si avrà l'ora in tempo astronomico del passaggio pel meridiano di Parigi.

770. L'errore dell'ultima calcolazione non potrà eccedere $\frac{2}{3}$ di un secondo.

Esempio.

779. Si domanda l'ora in tempo medio del passaggio di Regolo pel meridiano della nave, posta nella longitudine 28° 30' Ovest, nel giorno 15 agosto 1840.

Asc. retta del sole pel mezzodì 15 ag. in Parigi = —	9ᵒʳ. 39′. 58″, 56
Ascens. retta della stella 1840 agosto 15. . =	9. 59. 52, 17
Ora appros. T. V. del pass. pel merid. di Parigi =	19. 53, 61
Diff. de' meridiani 28°. 30′ E. . . . . = +	1. 54
Ora appros. T. V. del pas. pel merid. del nav. 15 agos. a	2. 13. 53, 61
Equazione del tempo. . . . . = +	4. 10, 88
Ora appros. T. M. del pas. pel merid. della nave =	2. 18. 04, 49
Per determinare un' ora più esatta	
Diff. de' meridiani 28°. 30′ O. . . . . = —	1. 54
T. M. pel meridiano di Parigi 15 ag. . . . . =	0. 24. 04, 49
Ascens. retta del sole per agosto 15 a 24′. . =	9. 40. 1, 24
Ascens. retta di Regolo a mezzodì. . . . . . =	9. 39. 52, 17
Ora precisa T. V. del pas. pel mer. Parigi ag. 14 =	23. 59. 50, 95
Diff. de meridiani 28°. 30′ E . . . . = +	1. 54
Ora precisa T. V. pel pas. di Regolo pel merid. della nave agosto 15 a . . . . =	1. 53. 50, 95

780. Determinata che sarà l'ora del passaggio di una stella pel meridiano, in tal caso per mezzo d'uno degl'istrumenti a riflessione, potendosi conoscere l'istante in cui l'istessa stella giunge nell'altezza meridiana, è cosa manifesta che l'ora di tale istante è la stessa che quella del passaggio pel meridiano ottenuto dal calcolo.

781. Il metodo esposto si potrebbe anche impiegare per conoscere l'ora del passaggio della luna pel meridiano, ma siccome il cambiamento in ascensione retta della luna è molto considerevole nell'intervallo di un giorno, ed anche di un'ora, così dovrebbe ripetersi molte volte la calcolazione, senza mai ottenerne un'approssimazione sufficiente, e perciò è sano consiglio contentarsi del metodo stabilito nel num. 661.

SEZIONE III.

Della maniera di determinare l'ora del sorgere e tramontare d'un astro.

782. Bisogna premettere le seguenti definizioni.

Dicesi *ascensione obbliqua* d'un astro, l'arco dell'equatore interposto tra l'intersezione d'ariete, e il punto dello stesso equatore che sorge o tramonta coll'astro.

Dicesi *differenza ascensionale* o *ascensionaria* d'un astro, la differenza tra l'ascensione retta, e l'ascensione obbliqua dell'astro, cioè l'arco dell'equatore tra il cardine est o ovest, ed il semicerchio di declinazione che passa per l'astro, allorchè sorge o tramonta; val quanto dire la differenza tra le ore 6 e l'ora del sorgere o del tramontare del sole. Sotto la espressione di sorgere o di tramontare vero d'un astro, intenderemo l'istante in cui lo astro si ritrova sull'orizzonte vero, e con l'espressione di sorgere o tramontare apparente d'un astro, vorremo indicare il momento in cui l'astro sembra ritrovarsi sull'orizzonte apparente, per effetto della rifrazione e della parallasse.

Pel sorgere e tramontare vero del sole.

783. Per determinare l'ora del sorgere, e del tramontare vero del sole, bisogna conoscere la latitudine del luogo, la declinazione del sole nell'istante in cui si trova sullo orizzonte vero, e la sua differenza ascensionaria.

784. La differenza ascensionaria si ottiene con la seguente proporzione, come la cotangente della latitudine del luogo sta alla tangente della declinazione del sole, così il raggio sta al seno della differenza ascensionaria.

Di fatti nel triangolo IE'D (fig. 49), rettangolo in D, dinotando DE' la differenza ascensionaria, l'angolo DE'I il complemento della latitudine, e DI la declinazione del sole, si ha

$$\text{R} : \text{tang DE'I} :: \text{sen DE'} : \text{tang DI}$$

Invertendo, e poi permutando, si avrà

$$\text{Tang DE'I} : \text{tang DI} :: \text{R} : \text{sen DE'}$$

cioè $\text{cotang PO} : \text{tang DI} :: \text{R} : \text{sen DE'}$

785. Or esprimendosi con L la latitudine del luogo, con D la declinazione del sole posto sull'orizzonte vero, e con *da* la differenza ascensionale, si avrà

$$\text{sen}\, da = \frac{\text{tang. D}}{\text{cot. L}}$$

786. Determinata che sarà la differenza ascensionaria del sole e ridotta poi in tempo, si toglierà dalle sei ore, e si avrà l'ora del sorgere vero del sole, se la sua declinazione è della stessa specie della latitudine o l'ora del tramontare se la declinazione è di specie opposta allo emisfero del polo elevato; mentre aggiunta alle ore 6 si otterrà l'ora del sorgere del sole, se la sua declinazione è di denominazione diversa da quella del polo elevato, o l'ora del tramontare, se la declinazione è della specie della latitudine (114-n. 3).

Esempio I.

787. Si domanda l'ora del sorgere vero del sole nel dì 23 agosto 1840, per una nave posta nella latitudine 41°.30′ N, e nella longitudine 21°. 45′ Est.

Latitudine del luogo . . . . =42°.30′ N
Declinaz. ☉ per le ore 5 del matt. rid. a Parigi. =11. 28.45,7 N

Si determini la diff. ascens.

$$\text{sen da} = \frac{\text{tang. D}}{\text{cot. L}}$$

Log. tang. 11°.28′.46″,7+R = 19. 30768
Log. cot. 41. 30. . . . . =— 10. 05319

Log. sen di 10. 21. 04 . . . . . = 9. 25449

Differenza ascensionaria = 10°. 21′.04″. . . . . = 41′.24″.16‴
Tolta da. . . . . 6^{or}.

Ora del sorgere T. V. per la nav. nel dì 23 ag. a 5. 18. 35. 44

Esempio II.

Si cerca l'ora del tramontare vero del sole nel dì 19 maggio per un luogo posto nella latitudine 51°. 30′ N, e nella long. 17°.30′ O.

Latitudine del luogo. . . . . : = 51°.30′ N
Declin. ☉ per le 7^{or}. 38′ del matt. rid. a Parigi = 19. 55.24″,3 N

Si determini la diff. ascens.

$$\text{sen da} = \frac{\text{tang. D}}{\text{cot. L}}$$

Log. tang. 19°.55′.24″+R . . = 19. 55926
Log. cot. 51. 30. . . . . =— 9. 89931

Log. sen 27. 11.45 . . . . . = 9. 65995
Diff. ascens. = 27. 11.45. . . . . = 1^{or}.48′.47″
Aggiunti a . . . . 6.

Ora del tramont. vero del sole T. V. pel luogo = 7. 48. 47

Pel sorgere o tramontare apparente del sole.

788. Per determinare l' ora del sorgere o del tramontare apparente del centro del sole, cioè per ritrovare l'istante in cui questo astro comparisce essere col centro sull' orizzonte apparente, si procede come appresso.

1°. Si calcoli la declinazione del sole per l' ora presunta del suo sorgere o del suo tramontare, ridotta per Parigi; e si determini la distanza polare.

2°. Si trova la distanza dallo zenit, ch'è uguale a 90°+ la depressione dell' orizzonte + la rifrazione — la parallasse.

3°. Si determini la distanza dello zenit dal polo elevato, con prendere il complemento della latitudine.

4°. Perchè coi tre elementi ritrovati, si vengono ad avere i valori esprimenti i tre lati del triangolo sferico obbliquangolo ZPI (fig. 50); perciò si potrà determinare l' angolo ZPI esprimente l' angolo orario in cui si ritrova il sole, allorchè sembra stare col centro sull'orizzonte apparente, per mezzo della formola.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,P = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\frac{1}{2}(E+D+L)-L\ \text{sen}\,\frac{1}{2}(E+D+L)-D\times R^2}{\text{sen}\,D\ \text{sen}\,L}}$$

Si avverte che vengono espresse, con E la distanza dallo zenit, con D la distanza polare, e con L il complemento della latitudine del naviglio.

Esempio.

Si cerca l'ora del tramontare apparente del centro del sole nel dì 28 luglio 1840, per un osservatore posto nella latitudine 42°.35' N, e nella longitudine 22°.30' E, coll'occhio elevato sul mare di piedi 6, e 9^pol^.

		90°.
Rifrazione — Parallasse	=+	33'.37", 8
Distanza apparente dallo zenit.	=	90. 33.37, 8
Depres. dell' orizzonte.	=+	2.38
Distanza vera dallo zenit	=	90. 36. 15, 8
Latitudine della nave	=	42. 35 N
Tolta da		90
Distanza dello zenit dal polo	=	47. 25
Declin. del sole per l'ora data, ridotta a Parigi	=	18°.52'.54", 4 B
Tolta da		90
Distanza polare.	=	71. 07. 05, 6

E =	90°. 36′. 15″, 8		
D =	71. 07. 05, 6	com. arit. log. sen =	0. 02402
L =	47. 25.	com. arit. log. sen =	0. 13295
Somma . =	209. 08. 21, 4		
½ som. . . =	104. 34. 10, 7		
½ som.—D =	33. 27. 05, 1	log. sen . . . . =	9. 74134
½ som.—L =	57. 09. 10, 7	log. sen . . . . =	9. 92433
		Somma. . . . . =	19. 82264
		Log. seno ½ P = 56°. 33′. . =	9. 91132

P = 113. 06. . . = 7^or. 32′. 24″.
Ora del tram. ap. del centro del sole = 7. 32. 24.

789. Volendosi l'ora del sorgere o del tramontare apparente dell'orlo inferiore, o superiore del sole, cioè l'istante in cui il sole si vede coll'orlo inferiore, o superiore sull'orizzonte apparente, bisogna procedere nell'istessa maniera, menochè per la determinazione della distanza allo zenit; poichè questa s' avrà con aggiungere a 90° la depressione dell'orizzonte più la rifrazione meno la parallasse, e con togliere, o aggiungere il semidiametro alla somma ottenuta, secondochè si cerca l'ora del sorgere, o del tramontare dell'orlo inferiore, o superiore; e ciò perchè gli archi PI, e ZI si debbono intendere in ogni caso menati pel centro del sole, e perciò allorchè il sole sembra trovarsi coll'orlo inferiore sull'orizzonte, in tal caso il centro è meno distante dallo zenit, di quanto è il suo semidiametro; mentre vedendosi coll'orlo superiore sull'orizzonte, il centro è più distante dallo zenit di quanto è lo stesso semidiametro.

Esempio I.

Si domanda l'ora del sorgere apparente dell'orlo inferiore del sole nel dì 28 gennaio 1840, per un osservatore posto nella latitudine 37°. 30′ nord, e nella longitudine 57°. 30′ ovest, avendo l'occhio elevato sull'orizzonte di 18 piedi.

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2}\,P = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \tfrac{1}{2}(D+E+L)-L\ \text{sen}\ \tfrac{1}{2}(D+E+L)-D \times R^2}{\text{sen}\ D\ \text{sen}\ L}}$$

	90°.
Rifrazione — Parallasse. . . . . =+	33'.37",55
Distanza apparente dallo zenit . . . . =	90. 33. 37, 55
Depressione dell'orizzonte per 18^{pi} . . . . . =+	4. 17
Distanza vera ☉ dallo zenit . . . . =	90. 37. 54, 55
Semidiametro. . . . . =—	16. 16, 22
Distanza vera del centro dallo zenit. . . . . =	90. 21. 38, 33
Declinazione del sole. . . . . =	18°.08'.47" A
+	90
Distanza polare. . . . . =	108. 08. 47
Latitudine della nave. . . . . =	37°.30' N
Tolta da.	90
Distanza dello zenit al polo . . . . =	52. 30

E = 90°.21'.38",33
D = 108. 8. 47, com.arit.log.sen. = 0. 02215
L = 52. 30 com.arit.log.sen. = 0. 10053

Somma . . . = 251. 00. 25, 33
$\frac{1}{2}$ Som. . . . = 125. 30. 12, 46
$\frac{1}{2}$ Som. — E = 17. 21. 25, 46 = log. sen . . . = 9. 47469
$\frac{1}{2}$ Som. — L = 73. 00. 12, 46 = log. sen . . . = 9. 98061

Somma. . . . . . . = 19. 57798
Log. sen. $\frac{1}{2}$ P = 37°.57',49" . . = 9. 78899

Angolo orario = 75°.55'.38". . = 5^or^.03.42,32
Ora del sorg. del sole T.V.A. 1840 Gen.28 a 18. 56.17,28

Esempio II.

Si domanda l'ora del tramontare apparente dell'orlo superiore del sole nel dì 21 aprile 1840, per un osservatore posto nella latitudine 43°. 51' sud, e nella longitudine 62°. 45' est, coll'occhio elevato sull'orizzonte di 14 piedi.

$$\text{sen}\ \frac{1}{2}\ P = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \frac{1}{2}(E+D+L)-D\ \text{sen}\ \frac{1}{2}(E+D+L)-L\times R^2}{\text{sen}\ E\ \text{sen}\ L}}$$

	90°.
Rifrazione — Parallasse: . . . . = +	33′. 37″, 67
Distanza apparente dallo zenit . . . . =	90. 33. 37, 67
Depres. dell'orizz. . . . . = +	3, 46
Distanza vera ☉ dallo zenit . . . . =	90. 37. 23, 67
Semidiametro . . . . = +	15. 56, 06
Distanza del centro del sole dallo zenit . . . =	90. 53. 19, 73
Declinazione del sole pel suo tramont. . . . =	12. 14. 41, 4 B
	+ 90
Distanza polare . . . . =	102. 14. 41, 4
Latitudine della nave . . . . =	43. 51 S
Tolto da	90
Distanza dello zenit al polo . . . . : . =	46. 09

E = 90°. 53′. 19″, 73
D = 102. 14. 41, 4 comp.arit.log.sen = 0.00999
L = 46. 09 comp.arit.log.sen = 0.14197

Somma. . = 239. 17. 01, 13
$\frac{1}{2}$ Som. . . = 119. 38. 30, 56
$\frac{1}{2}$ S. — D = 17. 23. 49, 16 . . . . . . log.sen = 9.47566
$\frac{1}{2}$ S. — L = 73. 29. 30, 56 . . . . . . log.sen = 9.98172

Somma . . . . = 19.60934
Log sen $\frac{1}{2}$ P = 39°. 37′. 36″ . . . . . = 9.80467

P = 79. 15, 12. . . . . . = 5ᵒʳ. 18′. 00″, 48
Ora del tramontare T. V. A. . . . . = 5. 18. 00, 48

790. Se l'ora del sorgere o del tramontare del sole, ottenuta dal calcolo, differisce di molto da quella che si era presunta, in tal caso si determina la declinazione del sole per l'ora ritrovata, ridotta per Parigi, e si ripeterà la calcolazione.

791. Quindi determinata l'ora del sorgere, o del tramontare apparente del sole, sia del centro, sia dell'orlo, si attenderà che il sole resti o col centro, o coll'orlo determinato sull'orizzonte apparente, poichè questo istante è appunto il momento indicato dall'ora calcolata.

792. *Per determinare l'ora del sorgere, o del tramontare della stella*, si procede come appresso.

1.° Si determini l'angolo orario della stella col metodo indicato ne' due numeri che sussieguono, e si riduce in tempo.

2.° Se si tratta del sorgere della stella si toglierà il suo angolo orario, ridotto in tempo, dalla sua ascensione retta, aumentata di 24^{or}, se bisogna, e si avrà dal residuo l'ascensiono retta del meridiano del luogo. Se poi si cerca il tramontare, allora si aggiungerà l'angolo orario all'ascensione retta della stella; la somma, o il suo eccesso su 24^{or}, indicherà l'ascensione retta del meridiano.

3°. Si toglierà l'ascensione retta del sole, corrispondente al mezzodì del giorno proposto a Parigi, dalla ascensione retta del meridiano aumentata di 24^{or} se occorre, e si avrà l'ora del sorgere, o del tramontare della stella in tempo astronomico.

793. Il fondamento della regola adottata nel numero precedente, risulta palpabile dal seguente ragionamento.

Sia MBRM (fig. 52, e 53) l'equatore, MPR il meridiano, EDCF il parallelo della stella, P il polo, B il punto equinoziale di ariete, e BMR il senso nel quale si contano le ascensioni rette.

1.° Sia E (fig. 52) il punto ove trovasi la stella nel suo sorgere. Si rileva facilmente essere BM l'ascensione retta del meridiano, la quale è uguale all'ascensione retta BMA della stella, meno MA misura del suo angolo orario. Ma se il punto equinoziale d'ariete si suppone in B', è chiaro che per aversi B'RM, che nel caso proposto disegna l'ascensione retta del meridiano, debbesi togliere l'arco MA misura dell'angolo orario della stella, dalla sua ascensione B'A, aumentata dell'intera circonferenza B'RMB'. Suppongasi essere E (fig. 53) il punto della stella nel suo tramontare, e B il punto equinoziale; è manifesto che l'ascensione retta BAM del meridiano è eguale all'ascensione retta BA della stella più l'angolo orario della medesima, misurato dall'arco AM. Ma se il punto d'ariete fosse in B', è parimenti chiaro che aggiungendosi l'ascensione retta B'MRA della stella al suo angolo orario, misurato dall'arco AB'M, si avrebbe una circonferenza intera più B'M, che sarebbe l'ascensione retta del meridiano.

2.° Sia S (fig. 27) il luogo del sole nell'istante in cui sorge o tramonta la stella. È pur troppo manifesto che se dall'ascensione retta E N del meridiano, se ne toglie E R ascensione retta del sole, rimane l'arco RN, ch'esprime il tempo decorso dal mezzodì del giorno proposto fino all'istante cercato, cioè si avrebbe l'ora del sorgere, o del tramontare della stella.

794. *Per la determinazione dell' angolo orario di una stella.* Due casi possono averarsi, o si cerca il sorgere ed il tramontare vero della stella, o il sorgere ed il tramontare apparente della medesima.

Caso 1.° Si risolve l'analogia come la *cotangente della latitudine sta alla tangente della declinazione, così il raggio sta al coseno dell' angolo orario della stella,* nel suo sorgere o tramontare vero. Di fatti nel triangolo IDE' (fig. 49), rettangolo in D.

Tang. IE'D : tang. DI::R : seno DE';

e dinotando IE'D il complemento della latitudine del luogo, DI la declinazione della stella, sarà perciò la tangente di E' la stessa che la cotangente di PO, o della latitudine; ed inoltre il seno di DE' è lo stesso che il coseno di ZPI, o di IPO; poichè ZPI è misurato da DE $= 90° +$ DE'; mentre IPO è misurato da DQ$=90° -$DE'; starà perciò

Cotang PO : tang DI::R : cos ZPI o IPQ.

2.° Volendosi poi l'angolo orario della stella che sembra ritrovarsi sull'orizzonte apparente, si determinerà l'angolo ZPI del triangolo obbliquangolo IPZ, di cui PI esprime la distanza polare, PZ la distanza del polo dallo zenit, e ZI la distanza della stella dallo zenit, eguale a 90° più la depressione dell'orizzonte, più la rifrazione orizzontale.

795. L'ora del sorgere o del tramontare della stella, determinata con una delle regole stabilite ne'due numeri precedenti, va soggetta a qualche errore per essersi impiegata l'ascensione retta del sole pel mezzodì di Parigi, mentre si avrebbe dovuto adoprare quella che conviene all'ora cercata. Volendosi un'ora più prossima alla vera, si ripete il calcolo, facendo uso della ascensione retta del sole, corrispondente all'ora ottenuta dalla prima operazione.

Esempio.

796. Si domanda l'ora del sorgere vero di Arturo nel dì 19 luglio 1840, per un osservatore elevato coll'occhio sull'orizzonte di 15 piedi, posto nella latitudine 41°.50' Nord, e nella longitudine 13°.47' Est.

Si determini l'angolo orario.

$$\cos P = \frac{\text{tang D}}{\text{cotang L}}$$

Declin. di Arturo a'19 luglio 1840. . . . . . . = 20°.00'.59",1 B
Latitud. del luogo. . . . . = 41. 50 N

Log. tang. 20°.00'.59"+10. . = 19. 56145
Log.cotang.41°.50. . . . . = — 10. 04810

Log. cos. 70°.58'. 5". . . . . = 9. 51335

Angolo orario della stella = 70°.58'.5" . . = — 4^{or}.43'.52",33
Ascens. retta della stella. . . . . = 14. 08.24, 32

Ascens. retta del meridiano. . . . . = 9. 24.31. 99
Asc. retta del sole a mezzodì 19 luglio per Parigi = — 7. 55.16. 81

Ora appros. del sorgere vero di Arturo a'19 luglio= 1. 29.15. 18

Esempio II.

Si domanda l'ora del tramontare apparente di Rigel nel 24 ottobre 1840, per un osservatore posto nella latitudine 47°.38' Nord, e nella longitudine 18°.35' Ovest, coll'occhio elevato di 17 piedi.

Si determini l'angolo orario.

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2}\ P = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \frac{1}{2}(E+L+D)-L\ \text{sen}\ \frac{1}{2}(E+L+D)-D\times R^2}{\text{sen}\ D\ \text{sen}\ L}}$$

		90°.
Depressione dell'orizzonte per 17 piedi. . .	=+	04'. 10",
Rifrazione orizz..	=+	33. 46, 3
Distanza dallo zenit = E.	=	90. 37. 56. 3
Latitudine del luogo	=	47. 38. N
Tolta da.		90.
Distanza dello zenit dal polo elevato = L.	=	42. 22
Declinaz. di Rigel nel 24 ottobre.	=	8. 23.09. 9 A
	+	90.
Distanza polare = D.	=	98. 23.09. 9 A

E =	90°.37'.56", 3	
L =	42. 22,	com.arit.log.sen.= 0. 17142
D =	98. 23. 09, 9	com.arit.log.sen.= 0. 00467
Somma =	231. 23. 06, 2	
½ Som. =	115. 41. 33, 1	
½ Som. — L =	73. 19. 33, 1	log. sen. . . . . .= 9. 98134
½ Som. — D =	17. 18. 23, 2	log. sen. . . . . .= 9. 47346
		Somma. . . = 19. 63089
sen. ½ P = 40°. 49'. 40"		= 9. 81544

Ang. orario P = 81. 39. 20.	=	5^{or}.26'.37",20
Ascensione retta della stella.	=+	5. 06. 54, 87
Ascensione retta del meridiano + 24^{or} . . .	=	34. 33. 32, 07
Ascens. retta del sole a mezzodì 24 ott. . . .	=−	13. 56. 03, 14
Ora pross. del tram. app. della stella	=	20. 37. 28, 93
Diff. de' merid. 18°. 35' Ovest.	=+	1. 14. 20,
Ora in Parigi del tram. app. di Rigel. . . .	=	21. 51. 48, 93

Ascens. retta del sole per l'ora appros. . . . $= - 13^{or}.58'.59'',80$
Ascens. retta del merid. $+ 24^{or}$. . . . . $=$ 34. 33. 32, 20

Ora del tramontare di Rigel . . . . $=$ 20. 34. 32, 40

SEZIONE III.

Del modo di determinare l'ora in cui l'astro si ritrova in un'altezza qualunque.

Per mezzo dell'altezza del sole.

797. Il migliore de'mezzi che si possono impiegare per conoscere a mare l'ora in un'istante qualunque del giorno, si è quello di far entrare nella calcolazione l'altezza del sole, procedendo nel seguente modo.

1.° Si osservano più altezze dell'orlo inferiore del sole, mediante un istrumento qualunque a riflessione, e si noteranno in colonna, con segnarvi a fianco le ore, i minuti, ed i secondi, marcati da un buon orologio ne'rispettivi momenti in cui si sono misurate le notate altezze.

2.° Si prende la somma delle altezze osservate, e si divide pel numero delle osservazioni fatte, onde avere un'altezza media dell'orlo inferiore del sole. Indi si prenderà parimenti la somma delle ore, minuti, e secondi segnati dall'orologio, e si dividerà pure pel numero delle osservazioni fatte, onde avere l'ora che avrebbe marcato l'orologio nello istante in cui si sarebbe misurata l'altezza media determinata.

3.° Si cerchi nella tavola della conoscenza de'tempi la declinazione del sole per l'ora media, ridotta per Parigi; e si conchiuderà per la distanza polare.

4.° Si applicheranno all'altezza media osservata tutte le correzioni convenevoli (662), e si avrà l'altezza vera; il di cui complemento darà la distanza dallo zenit.

5.° Si determini per istima la latitudine del luogo, onde avere dal suo complemento la distanza del polo elevato dallo zenit.

6.° Nel triangolo ZAP (fig. 49), essendo noti i tre lati, si potrà determinare l'angolo orario P, colla stessa formola adottata (788).

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,P = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\frac{1}{2}(D+E+L)-L\ \text{sen}\,\frac{1}{2}(D+E+L)-D\times R^2}{\text{sen}\,L\ \text{sen}\,D}}$$

7.° L'angolo orario determinato si convertirà in tempo. Se le osservazioni sono state fatte nelle ore della sera, in tal caso l'angolo orario ridotto in tempo, darà l'ora in tempo vero dell'osservazione media; ma se le osservazioni sono state fatte nel mattino, si toglierà da 12^{or}, l'angolo orario ridotto in tempo, poichè dal residuo si avrà l'ora dell'osservazione per l'altezza media in tempo vero civile.

798. Si avverte che se l'ora cercata risulta di oltre a due ore differente da quella segnata dall'orologio, in tal caso conviene ripetere il calcolo, determinando prima la declinazione del sole in corrispondenza dell'ora approssimativa ottenuta, e ridotta al tempo di Parigi.

Esempio I.

Stando la nave nella latitudine 44°. 53′ nord, e nella longitudine 27°. 30′ est, coll' occhio elevato sull' orizzonte di 18 piedi, nel mattino del giorno 23 agosto 1840, con un sestante di cui l' errore d' indice è di 2′. 40″ additivi, si sono prese le seguenti altezze del lembo inferiore del sole; alle 6^{or}. 13′ si è avuta la prima altezza di 16°. 28′; indi alle 6^{or}. 20′ si è misurata la seconda altezza di 16°. 45′. 50″; dopo alle 6^{or}. 31′, 18″ si è presa la terza di 17°. 10′, in prosieguo alle 6^{or}. 42′, 20″ si è avuta la quarta di 14°.42′, 20″; ed alle 6^{or}. 54′, 50″ si è misurata la quinta altezza di 17°. 23′, 20″. Si domanda l'ora dell'altezza media.

	Altezze osservate.		*Ore delle osservazioni*
	16°. 28′	.....	6^{or}. 13′
	16. 45, 40″	.....	6. 20
	17. 01, 10.	.....	6. 31. 18″
	17. 14, 40.	.....	6. 42. 20
	17. 23, 20.	.....	6. 54. 50
Somma =	84. 52, 50.	.....	32. 41. 28
Altez. media =	16. 58, 34.	.....	6. 32. 17,36‴

Altez. media istrum. ☉	=	16°. 58′. 34″
Errore d' indice	= +	2. 40
Altezza osservata	=	17. 01. 14
Depressione dell' orizzonte per 18^{pi}.	= —	4. 17
Altezza apparente ☉	=	16. 56. 57
Rifrazione — Parallasse	= —	3. 01
Altezza vera ☉	=	16. 53. 56
Semidiametro	= +	15. 51, 29
Altezza vera ☉	=	17. 09. 47, 29
Tolta da		90
Distanza dallo zenit	=	72. 50. 12, 71

Latitudine del luogo . . . . = 43°.53′ Nord
Tolta da 90

Distanza dello zenit dal polo = L . . . . . . = 46, 07

Declin. del sole per l'ora med. rid. a Parigi. . = 11. 27. 53, 9 N
Tolta da 90

Distanza polare = D . . . . = 78. 32. 06, 1

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2}\text{P} = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \tfrac{1}{2}(\text{D}+\text{E}+\text{L})-\text{L}\ \text{sen}\ \tfrac{1}{2}(\text{D}+\text{E}+\text{L})-\text{D}\times\text{R}^2}{\text{sen D sen L}}}$$

E = 72°.50′.12″,71
D = 78. 32. 06, 10 comp.arit.log·seno = 0. 00876
L = 46. 07 comp.arit.log.seno = 0. 14221

Somma = 197. 29. 18, 81
½ Somma = 98. 44. 39, 40
½ Som. — L = 20. 12. 33, 30 log. seno . . . . . = 9. 53838
½ Som. — D = 52. 37. 39, 40 log. seno . . . . . = 9. 90021

Som. . = 19. 58956
Log.sen.½P = 38°.34′ Semisom. . . . . . = 9. 79478
P = 77. 08 . . . . = 5^or.08′,32″
Tolto da 12

Ora cercata T. V. Civ. agosto 23 a . . 6. 51, 28

Esempio II.

Stando la nave nella latitudine 42°, 37′ sud, e nella longitudine 57°, 30′ ovest, coll'occhio elevato sull'orizzonte di 13 piedi, nella sera del dì 28 ottobre 1840 con un sestante, di cui l'errore d'indice è di 2′, 40″ additivi, si sono osservate le seguenti altezze dell'orlo inferiore del sole; alle 5^or. 43′. 20″ si è presa la prima altezza di 20°. 02′, 10″; alle 5^or. 51′ s'è presa la seconda di 19°. 43′; alle 6^or.03′,40″ si è osservata la terza di 19°. 32′, 20″; ed in fine alle 6^or. 13′ si è presa la quarta di 16°.24′,30″. Si domanda l'ora dell'altezza media.

	Altezze osservate	*Ore delle osservaz.*
	20°.02′, 10″	5^or.43′,20
	19. 43, ...	5. 51
	19. 32, 20	6. 03
	19. 24, 30	6. 13
Somma =	78. 42, 00	23. 50
Altez. media =	19. 40, 30	5. 57. 30

Altezza media istrumentale ⊙ . . . . =	19°.40′.30
Errore d' indice . . . . = +	2. 40
Altezza osservata. . . . . =	19. 43. 10
Depressione dell' orizzonte per 13 piedi . . . = −	03. 38, 9
Altezza apparente ⊙ . . . . =	19. 39. 31, 1
Rifrazione — Parallasse . . . . = −	02. 33, 65
Altezza vera ⊙ . . . . =	19. 36. 57, 45.
Semidiametro . . . . = +	16. 08, 21
Altezza vera ⊙ . . . . =	19. 53. 05, 66
Tolta da.	90
Distanza dallo zenit = E . . . . =	70. 06. 54, 34
Latitudine del luogo . . . . =	42. 37 Sud
Tolta da	90
Distanza dello zenit dal polo = L . . . . . . =	47. 23
Declin. per l'ora media, ridotta a Parigi . . =	13. 23. 20 A
Tolta da.	90
Distanza polare . . . . =	76. 36. 40

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2} P = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \frac{1}{2}(D+E+L)-L\ \text{sen}\ \frac{1}{2}(D+E+L)-D \times R^2}{\text{sen}\ D\ \text{sen}\ L}}$$

E = 70°.06′.54″,34
D = 76. 36. 40 comp.arit.log.sen . = 0. 01195
L = 47. 23 comp.arit.log.sen . = 0. 13318

Som. = 194. 06. 34, 34
½Somma = 97. 03. 17, 17
½Som−D= 20. 26. 37, 17 log. sen . . . . = 9. 54318
½Som−L= 49. 40. 17, 17 log. sen . . . . = 9. 88215

Somma . . . = 19. 57046
Log. sen ½ P= 37°.34′. 49″ . . . . Semisom. . = 9, 78523
P= 75. 09. 38 per l'ang.orar. = 5ʰ.00′,39″ che esprime l' ora dell' altezza media, che si cerca.

799. Nel caso che la latitudine sia zero, l'angolo orario si determina con la seguente proporzione: il *coseno della declinazione sta al seno* dell' altezza vera come il raggio sta al coseno dell' angolo orario.

Di fatti nel triangolo SAP (fig. 54), rettangolo in A, l'angolo P dinota il complemento dell' angolo orario, SP la distanza polare, ed SA l' altezza vera.

E perchè

seno SP : seno SA::R : seno SPA,

perciò
coseno SE : seno SA::R : coseno ZPS, che dinota l' angolo orario, il quale ridotto in tempo indicherà l'ora dell' altezza osservata, se questa è stata presa nella sera, mentre se l'osservazione è stata fatta nel mattino, in tal caso l'ora corrispondente si otterrà dal residuo, che si avrà sottraendo l'angolo orario ridotto in tempo da 12^{or}.

Esempio.

Stando sull' equatore nella longitudine 22°. 30' est, mentre l'orologio segnava le 8^{or}. 56' del mattino del giorno 24 luglio 1840, coll' occhio elevato di 20 piedi, si è presa l' altezza dell' orlo inferiore del sole di 21°. 35'. 40", con un sestante di cui l'errore di rettificazione è di 2'. 50" sottrattivi. Si domanda l' ora in cui si è osservata l' altezza proposta in tempo medio.

$$\text{Cos P} = \frac{\text{sen A}}{\text{cos D}}$$

Nella formola esposta, l' angolo orario è espresso da P, l'altezza vera del sole da A, e la declinazione da D.

Declin. del sole per le 8^{or}. 57' matt. rid. per Parigi	=	19°. 41'. 20", 6
Altezza istrumentale ☉	=	21. 35. 40
Errore di rettificazione	= —	2. 50
Altezza osservata	=	21. 32. 50
Depressione dell'orizzonte	= —	4. 31
Altezza apparente ☉	=	21. 28. 19
Rifrazione — Parallasse	= —	2. 19, 5
Altezza vera ☉	=	21. 25. 59, 5
Semidiametro	= +	15. 46, 61
Altezza vera ☉	=	21. 41. 46, 11

Log. sen A = 21°.41'.46".11 + R = 19. 56783
Log. cos D = 19. 41. 20. 6 . . . = — 9. 97384

Log. cos P = 66. 53. 06. . . . . . = 9. 59399

Angolo orario cercato = 66°. 53', 66" in tempo = 4^or^.27'. 32". 24'''
che tolto da 12^or^. si ha

Ora cercata in T. V. 1840 lugl. 24 a 7^or^.32'.27",36''' del mattino
Equazione del tempo . . . . . . = + 6. 08

Ora cercata T. M. 1840 luglio 24 a 7. 38.35, 36 del mattino

800. Se poi la declinazione è zero, è l' osservatore si ritrova in una latitudine qualunque, l'angolo orario si avrà con la seguente analogia ; il *coseno della latitudine sta al raggio come il seno dell' altezza vera sta al coseno dell' angolo orario.*
Poichè nel triangolo SAM (fig. 55), rettangolo in A

Seno M : R : : seno SA : seno MS

Or dell' angolo M, il complemento è misurato dall' arco ZE eguale ad L, esprimente la tatitudine del luogo; e di MS, il suo complemento SE misura di ZPS, ch'è l'esprimente dell'angolo orario, perciò

Cos L : R : : sen SA : cos ZPS

Esempio.

Stando la nave nella latitudine 41°. 18' nord, e nella longitudine 18°. 30' ovest; supposto che nel giorno 20 marzo 1840 la declinazione del sole essendo zero, siasi presa nelle ore pomeridiane l'altezza dell'orlo inferiore del sole di 43°. 54'. 20", coll'occhio elevato di 20 piedi, con un sestante, di cui l' errore d' indice sia 3'. 10" additivi. Si domanda l'ora dell'osservazione proposta, in tempo vero.

$$\cos. P = \frac{\text{sen. } A}{\cos. L}$$

Altezza istrumentale ☉ . . . . = 43°. 54′. 20″
Errore d' indice . . . . = + 3. 10

Altezza osservata . . . . = 43. 57. 30
Depressione dell' orizzonte . . . . = — 4. 31

Altezza apparente ☉ . . . . = 43. 52. 59
Rifrazione — parallasse . . . . = — 54, 3

Altezza vera ☉ . . . . = 43. 52. 04, 7
Semidiametro . . . . = + 16. 04, 23

Altezza vera ☉ . . . . = 44. 08. 08. 93

Log. sen. A = 44°.08′.09″, + R. . = 19. 84284
Log. cos. L = 41. 28 . . . . = — 9. 87242

Log. cos. P = 20. 54. 36. . . . . . = 9. 97042
Ang. orario = 20°.54′.36″=1^{or}.28′.38″,24‴ della sera del giorno 20 marzo 1840. T.V. per l'ora cercata.

801. In fine se la latitudine, e la declinazione sono entrambe zero, è manifesto essere l' angolo orario eguale al complememto dell' altezza vera.

Esempio.

Stando sulla linea equinoziale nella longitudine 38°. 30′ est, nel momento in cui la declinazione è zero, coll' occhio elevato di 17 piedi, con un sestante, di cui l'errore d'indice sia di 4′ aggiuntivi, si è presa l' altezza dell' orlo inferiore del sole di 31°. 45′. 50″ nelle ore del mattino del dì 20 marzo 1840. Si domanda l' ora dell' osservazione in tempo medio.

Altezza istrumentale ☉ . . . . = 31°.45′,40″
Errore dell'indice . . . . = + 4

Altezza osservata . . . . = 31. 49, 40
Depress. dell' orizzonte per 17 piedi . . . . . = — 4. 17, 7

Altezza apparente ☉ . . . . = 31. 45. 22, 3
Rifrazione — Parallasse . . . . = — 1. 26, 49

Altezza vera ☉ . . . . = 31. 43. 55, 81
Semidiametro . . . . = + 16. 04, 23

Altezza vera ☉ . . . . = 32. 00. 00, 04
Distanza dallo zenit per l' ang. orar. . . . . = 57. 59. 59, 96

Ang. orario del sole = 57°.59'.59",96 = 3^{or}.51'.59".59''',84
Tolta da. 12

Ora cercata in T.V. 1840 marzo 20 a 8. 08.00. 00, 16 del matt.

802. Qualunque sia la esattezza dell'istrumento, e la diligente attenzione di un osservatore ben esercitato nel maneggio, ed uso del medesimo, l'altezza osservata non può essere libera d'errore; e perciò l'angolo orario che si ottiene, non può non essere soggetto ad errore, dipendente da quello commesso nella misura dell'altezza. D'altronde la conoscenza esatta dell'angolo orario, essendo d' una importanza considerevolissima nel calcolo della longitudine del naviglio, conviene perciò esaminare in quali casi l'errore commesso nella misura dell'altezza produce il minore difetto possibile nel calcolo dell'angolo orario, astrazione facendo dalle altre inesattezze, che vi potrebbero essere nelle quantità esprimenti la declinazione, e la latitudine, adoprate anche nel calcolo.

803. Le circostanze le più favorevoli per determinare l' ora per mezzo dell' altezza del sole, o di qualunque altro astro sono.

1. Quando l' angolo di posizione (a) dell' astro è retto. È chiaro che tale circostanza non può verificarsi che nel solo caso in cui la declinazione dell'astro è della stessa specie, ed è maggiore della latitudine dell' osservatore, e che in tal caso il verticale dell'astro è tangente del parallelo descritto dall'astro medesimo.

2°. Allorchè l'astro, trovandosi nell'emisfero visibile, passa pel primo verticale; ciocchè potrà avverarsi nel caso in cui la declinazione è minore della latitudine del luogo e della medesima denominazione (111).

Di fatti sia S (fig. 56) il luogo dell' astro nel suo parallelo, ed S' il punto ove lo stesso si riporta per l' errore commesso nella misura dell'altezza. Immaginiamo che passino pei punti S, ed S' i cerchi verticali ZD, e ZF, ed i cerchi di declinazione PG, PK, e che pel punto S' vi passi l'arco del parallelo d'altezza, espresso da S'I. Sarà SF l'altezza vera, ed S'D, o IF l'altezza ottenuta coll'osservazione; dimodochè IS, indica l' errore di cui è affetta l'ultima altezza. L'angolo orario vero sarà ZPS; e quello risultante dal calcolo verrà espresso da ZPS' nel caso che S'D dinota l' altezza misurata, e poi corretta, di maniera che l' angolo SPS' contrassegna l' errore riportato dall' angolo orario a causa di quello commesso nell' altezza. Premesso ciò passiamo ad esaminare, se supposto costante il valore di SI, ne risulta che quello di GK è più piccolo nelle circostanze enunciate di sopra, che in qualunque altra.

1°. Si esprime con d la declinazione del parallelo CB; e poichè gli archi S'S, e GK sono simili, starà

$$\text{Cos } d : 1 :: S'S : GK$$

(a) Per *angolo di posizione* s' intende l' angolo formato nel centro dell' astro dal cerchio di declinazione, e dal cerchio verticale, che passano pel centro dell'astro.

dunque

$$GK = \frac{S'S}{\cos d}$$

Inoltre il triangolo S'IS per la picciolezza de' suoi lati, può senza sensibile errore considerarsi come rettilineo, e perciò

$$1 : \cos S'IS :: S'S : SI$$

o invece

$$1 : \text{sen } ZSP :: S'S : SI$$

dunque

$$S'S = \frac{SI}{\text{sen } ZSP};$$

quindi mettendo il valore di S'S nell' equivalente di GK; s' avrà

$$GK = \frac{\frac{SI}{\text{sen } ZSP}}{\cos d}$$

ovvero

$$GK = \frac{SI}{\text{sen } ZSP \cos d}$$

Dalla formola ottenuta risulta chiaro che potendosi supporre invariata la declinazione dell'astro nell'intervallo fra il tempo in cui si è misurata l'altezza, e quello in cui l'astro ritrovasi nell'altezza presunta, l'error riportatone dall' angolo orario, cioè GK sarebbe tanto più piccolo, supposto sempre l'istesso errore SI commesso nell'altezza, per quanto il seno di ZSP sarebbe più grande. Or il seno di ZSP è il massimo allorchè tale angolo è retto, laonde qualunque sia l'errore SI commesso nella misura dell'altezza, l'errore GK che ne riporta l'angolo orario, sarà il più piccolo possibile, quando l' angolo di posizione dell' astro è retto.

2°. Il triangolo ZPS (fig. 56) ci dà la seguente analogia.

$$\text{Sen SP} : \text{sen PZS} :: \text{sen ZP} : \text{sen ZSP}$$

ovvero

$$\text{Cos } d : \text{sen PZS} :: \cos L : \text{sen ZSP}$$

Laonde

$$\text{Sen ZSP} = \frac{\text{sen PZS} \cos L}{\cos d}$$

sostituendo questo secondo membro al seno ZSP nella esposta equazione, si avrà

$$GK = \frac{SI}{\frac{\cos L \text{ sen } PZS \cos d}{\cos d}}$$

Quindi

$$GK = \frac{SI}{\cos L \text{ sen } PZS}$$

In conseguenza dell' ultima formola si conchiude che potendosi considerare invariata la latitudine della nave nell'intervallo tra il momento dell'osservazione fatta, e quello in cui l'astro sta nell'altezza presunta, l'errore GK dell'angolo orario sarà tanto più piccolo, per l'istesso valore di SI, che il seno PZS sarà più grande; e perchè tale seno si renderà il massimo, allorchè l'angolo azzimuttale PZS sarà retto, circostanza che si verifica quando l'astro passa pel primo verticale, perciò lo stesso errore SI commesso nella misura dell'altezza, darà il più piccolo errore possibile all'angolo orario, quando l'astro passerà pel primo verticale.

804. Se la latitudine, e la declinazione dell' astro sono di denominazione diversa, e l'ultima minore della prima in tal caso non verificandosi veruna delle due marcate circostanze, poichè l'astro nel preposto rincontro passa pel primo verticale nel descrivere l'arco notturno, perciò bisogna osservare l'altezza per quanto più piccola sia possibile, a motivo che allora l'astro è più prossimo al passaggio fatto pel primo verticale, avvertendo che tale altezza non sia mai minore di 7° a 8°, onde evitare l'incostanza della rifrazione ne'punti molto vicini all'orizzonte (600-bis).

805. L' ora in cui l' angolo di posizione dell' astro sarà retto si ottiene con determinare in prima l' angolo orario dell'astro in tale circostanza, mediante la seguente analogia. *La cotangente della latitudine sta alla cotangente della declinazione, come il raggio sta al coseno dell' angolo orario.*

Di fatti nel triangolo ZAP (fig.56), rettangolo in A, si ha

Tang ZP : Tang AP : : R : Cos ZPA,

e quindi

Cot L : Cot d : : R : Cos ZPA

Determinato che sarà l'angolo orario, si procederà come si è detto ne' numeri precedenti per determinare l'ora in cui l'angolo di posizione è retto.

806. Per calcolare l'altezza in cui l'angolo di posizione è retto, si determinerà in prima la declinazione dell' astro per l' ora ottenuta col metodo enunciato nel numero precedente, e dopo si risolverà la seguente proporzione. *Il seno della declinazione sta al seno della latitudine, come il raggio, sta al seno dell' altezza.*

Poichè nel triangolo ZPA (fig. 56)

cos AP : cos ZP : : R : cos ZA,

ovvero

seno d : seno L : : R : seno A, che esprime l'altezza.

807. Si determinerà l'ora in cui l'astro passa pel primo verticale con la seguente proporzione. *La tangente della latitudine, sta alla tangente della declinazione, come il raggio sta al coseno dell'angolo orario.*

Posto essere ZS′M (fig. 55) il primo verticale, sarà il triangolo sferico ZS′P rettangolo in Z; perciò tangente PS′ : tangente ZP::R : cos ZPS′, o cotangente d : cotangente L::R : coseno ZPS′, o tangente L : tangente d::R : coseno ZPS.

Determinato che sarà l'angolo orario coll'ajuto delle regole esposte di sopra, riescirà facile il calcolare l'ora in cui l'astro passerà pel primo verticale.

808. Si potrà conoscere l'altezza in cui l'astro passerà pel primo verticale, risolvendo la seguente proporzione.

Il seno della latitudine, sta al seno della declinazione, come il raggio, sta al seno dell'altezza in cui l'astro passa pel primo verticale.

Poichè nel triangolo ZPS′

$$\cos ZP : \cos PS' :: R : \cos ZS'$$

ovvero

$$\text{sen } L : \text{sen } d :: R : \text{sen } A$$

809. Del resto coll'aiuto della tavola XIV si può avere una norma approssimativa; poichè in essa in corrispondenza della declinazione, e della latitudine del luogo vi si rinviene un numero che disegna i gradi di altezza, in cui bisogna osservare l'altezza del sole per ottenere un angolo orario il più prossimo al vero.

Per mezzo dell'altezza della stella.

810. Si può anche determinare a mare l'ora durante la notte, osservando l'altezza d'una stella, e poi procedendo come appresso.

Si calcolerà prima l'angolo orario della stella (794, caso 2.), il quale ottenuto e ridotto in tempo, si toglie, o si aggiunge all'ascensione retta della stella, secondochè trovasi l'astro ad est, o ad ovest del meridiano del luogo (792. n. 2), onde aversi l'ascensione retta del meridiano. Si toglie l'ascensione retta del sole dall'ascensione retta del meridiano, aumentata di 24^{or} se bisogna, e dal residuo si avrà l'ora cercata in tempo astronomico.

Esempio.

Nel dì 17 luglio 1840, trovandosi Arturo ad ovest del meridiano, coll'occhio elevato sull'orizzonte di 15 piedi, si è misurata la sua altezza di 18°. 35′, mentre l'orologio segnava le 11^{or}. 10′ della sera. Si domanda l'ora vera dell'osservazione in tempo medio, posto l'osservatore essere nella latitudine 40°. 28′ N, e nella longitudine 14°. 30′ E.

Si determini l'angolo orario.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,P = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\frac{1}{2}(E+D+L)-L\,\text{sen}\,\frac{1}{2}(E+D+L)-D\times R^2}{\text{sen}\,D\ \text{sen}\,L}}$$

Altezza osservata di Arturo	=	18°.35′.
Depressione dell'orizzonte	= —	3.54″, 5
Altezza apparente.	=	18. 31. 05, 5
Rifrazione	= —	2.52,47
Altezza vera di Arturo	=	18. 28. 13,03
Tolta da		90
Distanza dallo zenit = E	=	71. 31. 46,97
Declin. di Arturo	=	20. 00. 59. 1 B
Distanza polare = D.	=	69. 59. 00. 9
Latitudine del luogo	=	40. 28. 00 N
Distanza dello zenit al polo = L.	=	49. 32

E = 71°. 31′. 46″,97
D = 69. 59. 00, 90 com.arit.log.sen = 0.02706
L = 49. 32. com.arit.log.sen = 0.11874

Somma . = 191. 02. 47, 87
½ som. . . = 95. 31. 23, 93
½ som.—D= 25. 32. 23, 03 log. sen = 9.63461
½ som.—L= 45. 59. 23, 98 log. sen = 9.85686

Somma. . . . . = 19.63727
Log sen ½ P = 41°. 11′. 39″= 9.81863
P = 82. 23. 18

Angolo orario = 82°. 23′. 18″.	=	5^or^. 29′. 33″, 2
Ascens. retta di Arturo	= +	14. 8. 24, 32
Ascens. retta del merid..	=	19. 37. 57, 52
Ascens. retta del sole, a mezzodì 14 luglio .	= —	7. 47. 14, 77
Ora appross. dell'osserv..	=	11. 50. 42. 75
Asc. retta del sole per le 11^or^.50′.42″.75, ridotta a Parigi, che si toglie dall'asc. retta del merid.	= —	7. 45. 25, 40
Ora vera dell'osserv. in T. V.	=	11. 52. 32. 12
Equazione del tempo.	= +	5. 48. 88
Ora vera dell'osserv. in T.M.	=	11. 58. 21.

811. Si avverte che nell'esempio precedente, per essere conseguente ai principii stabiliti nel numero 803, l'altezza data avrebbe dovuta essere di 31°.49'.48", poichè Arturo passa pel primo verticale per tale altezza.

812. Volendosi ricorrere all'altezza della luna, per determinare l'ora, si dovrebbe operare come si è detto per le stelle; ma avendosi riguardo alle irregolarità del movimento della luna, poichè gli elementi relativi a questo satellite variano sensibilmente in qualunque benchè brevissimo intervallo di tempo, bisognerebbe perciò ripetere il calcolo più volte, e così rendere l'operazione molto lunga. A tale prolissità di calcolo, aggiuntavi la impossibilità di avere un'altezza esatta nel corso della notte, ha fatto sì che tale metodo non è posto in pratica per la luna; e perciò la risoluzione di un tal problema si considera pel nostro satellite un oggetto piuttosto di teoria, che una pratica da eseguirsi.

CAPITOLO VII.

Del modo di conoscere l' altezza d' un astro per mezzo del calcolo.

813. Per conoscere l' altezza d' un astro coll' aiuto del calcolo, bisogna sapere l' ora dell' istante medesimo in cui l' astro si ritrova nell'altezza cercata. L'ora indicata potrà misurarsi mediante un buon orologio convenevolmente rettificato, o per mezzo di una mostra marina di cui sia di già determinato il ritardo, o l'acceleramento sul tempo vero, nel modo che a suo luogo saremo per esporre.

814. Se l' astro di cui si cerca l' altezza è il sole, l' ora del luogo ridotta in tempo vero, e poi in gradi, esprimerà l' angolo orario, nel caso che il sole trovasi ad occidente del meridiano; ma se non è ancora giunto al semimeridiano superiore, sarà l' angolo orario dinotato dal complemento dell'angolo orario a 12^or^, o a 24^or^, secondochè l'ora dell'osservazione è contata in tempo civile, o in tempo astronomico.

815. Se poi si tratterà di qualunque altro astro, fuorchè del sole, l' angolo orario verrà determinato come appresso.

1°. Si aggiunge l'ora del luogo, contata astronomicamente, all'ascensione retta del sole; la somma o il suo eccesso su 24^or^, darà l'ascensione retta del meridiano.

2°. Si prende la differenza tra l'ascensione retta del meridiano in tempo, e l'ascensione retta dell'astro, anche in tempo, e si avrà l'angolo orario, che si convertirà in gradi.

Si avverte che l'astro rimane ad est del meridiano se l'ascensione retta di questo, è minore di quella dell' astro; ma se la prima è maggiore della seconda, l'astro resta da ovest del meridiano.

Sia MBRF (fig. 57) l' equatore, MP il meridiano, KCS il parallelo del sole, E'IE quello dell' astro, S' il luogo del sole, B il punto equino-

ziale di ariete, e BOM il senso nel quale si contano le ascensioni rette.

È chiaro che se all'ora astronomica MO, si aggiunge l'ascensione retta BO del sole, si avrà BM ascensione retta del meridiano. Trovandosi il sole in S, aggiungendo ad MBRA, l'arco BMA, si avrà MBRA+MB, o 24^{or}+MB ascensione retta del meridiano.

Or se l'astro è in E' della parte di est del meridiano, togliendosi dall'ascensione retta BME, l'arco BM ascensione retta del meridiano resterà MF misura dell'angolo orario MPF dell'astro; ma se poi l'astro sta in E dal lato di ovest del meridiano, la differenza tra BO, o BM, farebbe altresì conoscere OM, misura dell'angolo orario OPM dell'astro.

816. Si avverte che se la differenza tra l'ascensione retta dell'astro, e quella del meridiano eccede 180°, bisognerà in tal caso togliere siffatta differenza da 360°, onde aversi dal secondo residuo l'angolo orario dell'astro, che sarebbe sempre dal lato opposto a quello che avrebbe fuori di tal caso indicato.

817. Determinato l'angolo orario dell'astro, si calcoleranno il complemento della latitudine del luogo, e la declinazione dell'astro per l'istante proposto ridotto a Parigi, indi si conchiuderà per la distanza polare. Con tali elementi saranno noti nel triangolo ZPS (fig.55) l'angolo in P, ed i due lati ZP, e PS che lo comprendono, e quindi coll'aiuto della trigonometria si potrà determinare ZS, il di cui complemento indicherà l'altezza.

Esempio.

818. Si domanda l'altezza vera del sole alle 7^{or}, 57' del mattino in tempo medio del dì 28 maggio 1840 per un naviglio posto nella latitudine 43°. 28' N, e nella longitudine 21°. 30' O.

T. M. per la nave 1840 maggio 28 a	7^{or}.57'.	del mattino
Equaz. del tempo. . . . . = +	3. 3'',9	
T. V. per la nave 1840 maggio 28 a	8. 0. 3, 9	
Tolto da	12.	
Angolo orario = P = 45°. 14'. 59'' =	3. 59. 56. 1	
Declin. del sole per le 7^{or}.57' rid. a Parigi =	21°. 30'. 23''. 1	
Distanza polare = PS . . . . . . =	68. 29. 36. 9	
Latitud. della nave. . . . . =	43. 28. 00. N	
Distanza dallo zenit al polo = ZP =	46. 32.	

Si determini il 1.° segmento di PS, *che si esprime con* a, *mentre il 2.° segmento verrà espresso da* b.

R : tang. ZP : : cos. P : tang. a

Log tang ZP = 46°.32' . . . . . = 10. 02326
Log cos P = 45. 14, 59" . . . = + 9. 84758

Log tang 36°. 36', 11" — R. . . = 9. 87084

Si determini il segmento b.

b=SP—a=68°.29'.36",9—36°.36'.11"=31°.53'.25",9

Quindi cos 36°.36',11" : cos 31°.53'.25",9 : : cos 45°.32' : cos ZS

Log cos 31°. 53'. 25", 9. . . . . . = 9. 92894
Log cos 46, 32. . . . . = + 9. 83755

Somma. . . . . . . = 19. 76649
Log cos 36. 36, 11 . . . . = — 9. 90460

Log sen 46. 41, 05 . . . . = 9. 86189=SF

Dunque l'altezza vera calcolata = 46°. 41'. 05".

Esempio II.

Si domanda l' altezza vera di Regolo alle 11^{or}. 18' della sera in tempo vero del dì 22 agosto 1840, per un luogo posto nella latitudine 41°. 38' N, e nella longitudine 13°. 50' est.

Si determini l' angolo orario.

Ora del luogo T. V. A. 1840 agosto 22 a . . . . . 11^{or}.18'
Ascens.ret.del sole per le 11^{or}. 18' rid.in T.M.a Parigi=+10. 7. 35",85

Ascensione retta del meridiano. . . . . = 21. 25. 35, 85
Ascensione retta della stella. . . . . =— 9. 59. 52, 19

Ang. orario di Regolo= 171°.21'.25",55'". . = 11. 25. 43, 66

Declinaz. di Regolo nel giorno dato. = 12°.44'.45",2 B
Distanza polare per PS . . . . = 77. 15. 14. 8

Latitudine della nave . . . . = 41, 38 N
Distanza dello zenit al polo elevato . = 48, 22

Si determini il 1.° segmento di PS = a.

R : tang 48°.22'::cos 171°.21',26" : tang *a*

Log tang 48°, 22' . . . . = 10. 05116
Log cos 171. 21, 26". . . . . = + 9. 99504

Log tang 48. 02', 31'—R. . . = 10. 04620

b=(SP — a = 77°.15',15" — 48°.02',31") = 29°.12',44"

Quindi

cos 48°.2'.31" : cos 29°. 12'. 44"::cos 48°.22' : cos ZS

Log cos 29°.12',44". . . . . . = 9. 94092
Log sen 48 22. . . . . = + 9. 82240

Somma . . . . = 19. 76332
Log cos 48. 2, 31 . . . . = — 9. 82516

Log cos ZS= 60°.08',37". . . = 9. 93816

Dunque l'altezza vera cercata = 60°. 08'. 37".

819. Quando la latitudine è nulla, si avrà l'altezza vera colla proporzione stabilita nel numero 799, cioè *il raggio sta al coseno dell'angolo orario, come il coseno della declinazione sta al seno dell'altezza vera.*

820. Se la declinazione è nulla, in tal caso l' altezza vera si avrà con l'analogia adottata nel numero 800, cioè R *sta coseno dell'angolo orario*::*il coseno della latitudine sta al seno dell'altezza.*

821. Se poi la latitudine, e la declinazione sono zere, in tal caso siccome l'angolo orario è misurato dalla distanza allo zenit, così il suo complemento esprime l' altezza vera.

CAPITOLO V.

Del modo pratico di conoscere le stelle.

822. Per riguardo alle nove stelle zodiacali, delle quali la tavola della conoscenza de'tempi segna la distanza di ciascuna di esse dalla luna, per le quali abbiamo tenuto parola nelle brevi nozioni della scienza dell'universo, possono essere distinte nel seguente modo.

Si prende dalla conoscenza de' tempi la distanza della luna alla

stella che si vuol conoscere, pel giorno, ed ora dell'osservazione ridotta a Parigi; si fermerà sul lembo dell' istrumento l' indice del nonio nel punto che disegna la distanza ottenuta; si dirigerà il cannocchiale dell' istrumento istesso ad una stella situata ad est, o ad ovest della luna, secondochè la conoscenza de' tempi farà marcare che in quel giorno la stella in proposito rimane ad oriente, o ad occidente della luna: si muoverà l' istrumento intorno alla linea di visione, sino a che il suo piano passa pel centro della luna, avendo cura di conservare la stella nel campo del cannocchiale.

Se la distanza presa dalla tavola della conoscenza de' tempi si approssima di molto alla vera, e la stella verso di cui si è diretto il cannocchiale, è quella che si cercava, in tal caso i due astri saranno veduti nel campo del cannocchiale, uno direttamente e l'altro in immagine, il primo a fianco del secondo.

823. Per facilitare la ricerca nel Cielo di una stella qualunque, si potrà determinare l'ora del sorgere, o del tramontare apparente, o del passaggio d' una stella pel meridiano; fatto ciò coll' aiuto d' un buon orologio, si attende l'ora ottenuta dal calcolo, e si osserva la stella che all'ora istessa giunge nella posizione proposta nel calcolo; poichè sarà quella la stella che si cercava conoscere. Così per esempio supposto che il tramontare apparente di Arturo abbia avuto luogo alle 2^{or}, 31′ del mattino nel giorno 19 luglio 1840, in tal caso volendosi dall'osservatore conoscere la stella proposta in quel dato giorno, dovea osservarsi l' orizzonte verso occaso, e con l' aiuto d' un buon orologio ben rettificato vedere all'ora disegnata la stella nel suo tramonto, poichè quella stella che tramontava era appunto quella che veniva denominata Arturo.

824. Per acquistare una conoscenza circostanziata del Cielo, si potrà rapportarlo ad un planisfero, o globo celeste, facendone le osservazioni in una notte molto serena, ed in cui la luna è invisibile.

825. Il metodo dell'allineamento delle stelle è parimenti spedito a farci ottenere la conoscenza del Cielo; ed esso consiste ad uno dipresso nell' osservarlo come appresso viene indicato.

S' incominciano le osservazioni con prendere di mira una costellazione distinguibile a prima vista, per esempio quella dell'orsa maggiore, che suole anche da' marini chiamarsi il *carro*: tale costellazione è facilmente discernibile per le sette lucidi stelle che vi sono, delle quali quattro di esse si vedono disposte ne' vertici di un quadrilatero, e le rimanenti tre sono poste fuori di tale figura, quasi in una linea l'una per poco discosta dall'altra, che ne costituisce la *coda*: le medesime nella posizione di sfera in cui ci troviamo girano sempre sull'orizzonte intorno al polo nord. L'orsa maggiore vedesi costantemente in opposizione colla costellazione di *Cassiopea*, che si compone di cinque stelle ordinate nella forma di M irregolare, colle gambe esteriore molto aperte.

Se si tiri una linea dall' estremità della coda dell' orsa maggiore

verso Cassiopea, s'incontra in una stella denominata la *polare*, la quale trovasi giacente alla coda dell'orsa minore, e nella minor distanza dal polo nord.

Verso la metà della distanza tra la stella polare, e l'estremità della coda dell'orsa maggiore, vi si trova la *lucida delle guardie*, ch' è alle spalle dell'orsa minore.

Se dalla polare si tiri una linea retta che passa per la lucida delle guardie, s'incontrerà la stella Arturo, che trovasi nel bordo della vesta di Boate.

La costellazione di Orione, è distinguibile per le tre stelle che sono nella sua cintura, le quali vengono denominate *i tre re*. La stella Rigel giace nel piede sinistro di Orione dalla parte di sud.

La costellazione del Toro, è distinguibile pel gruppo delle piccole stelle che si trovano in essa, dette le *pleide*, e volgarmente le *gallinelle*, dalle quali se si tira una linea retta per la spalla di Orione, si ritroverà l'occhio del Toro, detto *Aldebaran*; tirando da questa una linea retta per li tre re, s' imbatterà con la più luminosa stella detta Sirio.

Tirando una linea retta dalla lucida delle guardie che passa per la divìdente per metà il quatrilatero dell' orsa maggiore, si rinverrà il cuore del Leone, denominato Regolo.

La lucida di Perseo, e la mascella della Balena, si ritrovano menando dalla lucida delle guardie per la polare una linea retta, poichè con essa incontrerà prima la lucida di Perseo, e poscia la mascella della Balena; e così per le altre stelle prendendo norma per l'allineamento, o da una buona carta celeste, o da un globo rappresentante il Cielo.

CAPITOLO VI.

Del modo di scovrire la variazione della bussola.

SEZIONE I.

INTRODUZIONE.

826. Si è detto (149) che la variazione della bussola o la declinazione dell'ago calamitato, è l'angolo formato nel piano dell' orizzonte, della linea N e S del compasso, e dal meridiano del luogo, cioè dalla vera linea di N e S del mondo. Quindi è che tale angolo sarà lo stesso che quello formato, per esempio dal NO$\frac{1}{4}$N del compasso, e dal NO$\frac{1}{4}$N del mondo, come pure dall' est, o dall' ovest del compasso, e dall' est o dall' ovest del mondo, e così per gli altri rombi di vento.

827. Laonde per determinare la variazione della bussola sarà sufficiente il rilevare un oggetto qualunque a qual rombo del compasso corrisponde, dopo aver determinato per qual rombo del mondo rimane situato il medesimo oggetto nel momento del rilevamento fatto; poichè l' angolo compreso dalle due determinate direzioni esprimerà la variazione della bussola.

828. In coerenza delle premesse riflessioni saranno esposte nelle seguenti sezioni cinque metodi diversi, diretti a scovrire la variazione della bussola sì nella quantità, che nella specie; ed essi sono: 1.° col confronto delle due amplitudini: 2.° col paragone de' due azimutti: 3.° con rilevare l'astro allorchè passa pel primo verticale: 4.° rilevando l'astro quando passa pel meridiano 5.° in fine per mezzo del rilevamento astronomico fatto su d'un oggetto terrestre.

SEZIONE II.

Determinare la variazione della bussola col confronto delle due amplitudini, calcolata ed osservata dell'astro.

829. Intenderemo per *amplitudine osservata* la distanza in cui l'astro si ritrova dall'est o dall'ovest della bussola, allorchè sorge, o tramonta. La stessa si distingue in *Ortiva*, ed in *Occidua*; e poi anche in boreale, ed in australe, secondo il quadrante della bussola per ove sorge, o tramonta l'astro.

830. L'amplitudine calcolata, è l'arco dell'orizzonte interposto fra il cardine est o ovest del mondo, ed il punto dello stesso orizzonte in cui sorge o tramonta l'astro, come si è detto nel numero (86). Questa amplitudine si otterrà con l'analogia stabilita nel numero (683) se si tratta della distanza del sorgere, o del tramontare vero dell'astro, dall'est o dall'ovest del mondo; ma se riguarda il sorgere o il tramontare apparente del medesimo si avrà col calcolo disegnato nel numero (686).

831. L'amplitudine osservata si misura col compasso di variazione nel modo indicato (145). I marini sogliono misurare l'amplitudine osservata del sole, allorchè questo astro si ritrova coll'orlo inferiore elevato sull'orizzonte apparente per due terzi del diametro del suo disco, onde paragonare siffatta amplitudine con la calcolata che il sole ha nel suo sorgere, o tramontare vero.

832. La pratica introdotta non può non essere soggetta ad errore: 1.° perchè riesce quasi impossibile al pilota il valutare senza l'aiuto d'istrumenti la effettiva distanza dell'orlo inferiore del solé dell'orizzonte apparente: 2.° allorchè la latitudine è alquanto avanzata, il parallelo del sole essendo sensibilmente inclinato all'orizzonte, l'errore che si commette per valutare l'altezza dell'orlo inferiore, influisce considerevolmente sull'amplitudine. Tali sono i motivi che c'inducono a dare la preferenza al metodo di misurare l'amplitudine osservata, rilevando il sole nel sorgere, o tramontare apparente dell'orlo inferiore, e paragonarla coll'amplitudine calcolata apparente, quantunque il calcolo da eseguirsi per ottenere l'ultimo elemento sia un poco più lungo.

833. Nel misurarsi l'amplitudine osservata del sole, non essendo cosa agevole il rilevarlo in modo che il filo del traguardo oggettivo del compasso di variazione, interseca il disco solare, passando pel suo

centro; perciò è sano consiglio procedere in tal rincontro nel seguente modo.

Allorchè il sole tocca l' orizzonte apparente col suo orlo inferiore, bisogna rilevarlo col compasso di variazione, in modo che il filo del traguardo oggettivo sia tangente dell'orlo prossimiore del medesimo astro. Fatto ciò ai gradi e minuti fra il filo sotto la linea de'traguardi, e l'est o l'ovest della bussola, vi si aggiunge il semidiametro del sole, e della somma si avrà l' amplitudine osservata.

834. Subito che dell' astro allorchè sorge o tramonta, l' amplitudine calcolata ne dinota la distanza dell' est o dall' ovest del mondo, e l' osservata ne disegna la distanza dall' est o dall' ovest della bussola ; d' altronde contandosi tali distanze da un medesimo punto, cioè dal centro dell'astro, ne risulta chiaro ch'essendo le due amplitudini ortive o occidue, amendue boreali o australi, ed uguali tra esse, non vi sarà variazione, poichè contate amendue dal centro dell'astro nell'istesso senso, vanno le due amplitudini a finire nel medesimo punto, e da ciò deriva che l'est, o l'ovest del mondo coincidono coll'est e l'ovest della bussola; che se le due amplitudini sono disuguali tra esse e della medesima specie, la differenza fra esse dinoterà la quantità della variazione; poichè contate nell' istesso verso, l' est o l' ovest della bussola viene a cadere a dritta, o a sinistra dell'est o dell'ovest del mondo di quanto è l'eccesso della maggiore sulla minore; e che infine essendo le due amplitudini di diversa specie, cioè una boreale; e l'altra australe, contandosi esse in diverso senso, la di loro somma indicherà la quantità della variazione.

835. Per conchiudere sulla specie della variazione, bisogna marcare da quale lato, e come restano situate per rapporto all' astro, le linee di est o ovest del mondo, e di est o di ovest del compasso, onde ricavarne se l' ultimo rimane a dritta, o a sinistra dell' est, o dell' ovest del mondo, poichè nel primo caso la variazione sarà dalla specie NE, e nel secondo sarà della specie NO; e per riescirci senza tema di sbaglio bisogna applicare alla quistione la seguente regola.

Sia NESO (fig. 58) l'orizzonte, NS il meridiano, EO la linea di est ed ovest del mondo, TLMP la rosa della bussola, ed A l'astro. Immaginiamo le due amplitudini essere ortive boreali, e pongasi la calcolata espressa da AE = E 10° N, e l'osservata dinotata da AE′ = E 22° N. È manifesto che contati 10° sull' orizzonte dal cardine est verso nord, si giungerà nel punto A, ove sorge l' astro; e numerati anche sull' orizzonte li 22° dal punto A verso S, si avrà il punto E′ dell'orizzonte, al quale corrisponde l'est dalla bussola; e da ciò risulta essere EE′ la declinazione dell'ago calamitato della specie NE=AE′—AE=12°.

Sia poi l'amplitudine calcolata espressa da AE (fig. 59) = E 5°. 30′ N, e l' amplitudine osservata sia rappresentata da A E′ = E 9°, 30′ S. È chiaro che contati sull' orizzonte 5°. 30′ dal cardine E verso N, si giungerà nel punto A, ove sorge l'astro; e che numerati pure sull'orizzonte

9°, 30′ dal punto A verso N, si determina il punto E′, al quale corrisponde l'est del compasso, e si avrà EE′ che esprime la variazione della bussola della specie NO = AE + AE′ = EE′ = 15°.

Ragionando nell'istesso modo per tutte le combinazioni possibili, si conchiuderà per la specie, e per la quantità della variazione come negli esempj seguenti.

Per le amplitudini ortive.

Esempio I.

836. Stando nella latitudine 42°. 35′ N, e nella longitudine 22°, 30′ E, coll'occhio elevato sull'orizzonte di 21 piedi, si è rilevato il lembo prossimiore del sole nel suo sorgere apparente, allorchè l'orlo inferiore toccava l'orizzonte per E 8°, 30′ N del compasso, nel dì 21 maggio 1840, verso le 4ᵒʳ, 15′ del mattino. Si domanda la quantità e la specie della variazione della bussola.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\frac{1}{2}(E+D+L)-L\;\text{sen}\,\frac{1}{2}(E+D+L)-E \times R^2}{\text{sen}\,E\;\text{sen}\,L}}$$

Declin. del sole per le 4ᵒʳ. 15, ridotte a Parigi =	20°. 10′. 54″. B
Tolta da.	90
Distanza polare = D. . . . . =	69. 49. 06.
Latitudine dell'osservatore. . . . . =	42. 35. N
Tolta da.	90
Distanza dello zenit dal polo = L. . . . . . =	47. 25

	90.
Depressione dell'orizzonte . . . = +	04′. 36″, 9
Rifrazione — Parallasse . . . . = +	33. 37, 6
Distanza ☉ dallo zenit . . . . . =	90. 38. 14, 5
Semidiametro . . . . = —	15. 49, 4
Distanza ☉ dallo zenit = E. . =	90. 22. 25, 1

D =	69°.49'.06",		
L =	47. 25.	com.arit.log. sen. =	0. 13295
E =	90. 22. 25	com.arit.log. sen. =	0. 00001
Somma . . . =	207. 36. 31		
½ Som. . . . =	103. 48. 15, 5		
½ Som. — L =	56. 23. 15, 5	log. sen . . . =	9. 92054
½ Som. — E =	13. 25. 50, 5	log. sen . . . =	9. 36600
		Somma. . . . . . . =	19. 41950
		Log. sen. ½ Z = 30°. 50', 6". . . =	9. 70975
		Z = 61. 40. 12.	

Azzimutto. . . . . =	N 61°.40'. 12"E
Tolto da	90
Amplitudine calcolata . . . . =	E 28. 19. 48 N
Ampl. oss. =8°.30+15'.49",4 pel semid. =—	E 8. 45, 49 N
Variazione della bussola. . . . . =	19. 34. 59 NO

Esempio II.

837. Posto che

L'amplitudine calcol. ort. bor. . . . . . . =—	11°. 48'
L'amplitudine oss. ort. bor. . . . . =	29. 18
Variazione della bussola . . . . =	18. 30 NE

Esempio III.

838. Suppongasi

L'amplitudine calcol. ort. aust. . . . . . =—	27°, 38'
L'osservata ortiva australe. . . . . =	31. 14
Variazione della bussola . . . . =	3. 36 NO

Esempio IV.

839. Sia l'amplit. calcol. ortiva austr. . =	21°, 13'
L'osservata ortiva australe . . . . =—	7. 57
Variazione della bussola. . . . . =	13. 16 NE

Esempio V.

840. Suppongasi

L' amplitudine calcol. ort. bor. . . . . . . = 9°. 36′
L' amplit. osserv. ortiva austr. . . . . = + 8. 58

Variazione della bussola . : . . = 18. 34 NO

Esempio VI.

841. Sia l' ampl. calcol. ort. austr. . . . . = 5°. 47′
L' amplit. osserv. ort. bor. . . . . =+ 12. 38

Variazione della bussola. . . . . = 18. 25 NE

Esempio VII.

842. Supposta l' amplit. calcol. ort. . . . . = 0°.00′
L' amplit. osserv. ortiva bor. . . . . = 15. 40

Variazione della bussola . . . . . = 15. 40 NE

Esempio VIII.

843. Suppongasi l' amplit. calcol. ort.. . . = 0°.00′
L'amplit.oss. ort. austr. . . . . = 18. 25

Variazione della bussola . . . . . = 18. 25 NO

Esempio IX.

844. Sia l' ampl. calcol. ort. bor.. . . . . . = 14. 35
L' amplit. osser. ort.. . . . . = 0.

Variazione della bussola . . . . . = 14. 35 NO

Esempio X.

845. Sia l'amplit. calcol. ort. austr. . . . . = 16. 45
L' amplit. osserv. ort. . . . . = 0.

Variazione della bussola . . . . . = 16. 45 NE

Per le amplitudini occidue.

Esempio I.

846. Stando nella latitudine 51°. 38′ S, e nella longitudine 112°, 30′ E, nel dì 19 novembre 1840, verso le 7^{or}.04′ in tempo medio, coll'occhio elevato sull'orizzonte di 18 piedi, allorchè l'orizzonte apparente toccava il lembo inferiore del sole, si è rilevato l'orlo prossimiore dello stesso per O 7°. 30′ S della bussola. Si domanda la declinazione dell' ago calamitato.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\frac{1}{2}(D+E+L)-E\ \text{sen}\,\frac{1}{2}(D+E+L)-L\times R^2}{\text{sen}\,E\ \text{sen}\,L}}$$

		90°.
Depressione dell'orizzonte	= +	4′. 17″ 4
Rifrazione — Parallasse.	= +	33. 37, 6
Distanza ☉ dallo zenit	=	90. 37. 55, 0
Semidiametro	= —	16. 13, 84
Distanza del centro ☉ allo zenit = E : : . . .	=	90. 21. 41, 16
Declin. del sole per l'ora med. rid. a Parigi. .	=	19. 33. 48, 7 A
Tolta da		90
Distanza polare = D	=	70. 26. 11, 3
Latitudine del luogo	=	51. 38 S
Tolta da		90
Distanza dello zenit dal polo = L	=	38, 22

D =	70°.26′.11″, 3		
E =	90. 21. 41, 2	comp.arit.log.seno =	0. 00001
L =	38. 22	comp.arit.log.seno =	0. 20712
Somma =	199. 09. 52, 5		
½ Somma =	99. 34. 56, 2		
½ Som. — E =	9. 13. 15	log. seno . . . . . =	9. 20477
½ Som. — L =	61. 12. 56, 2	log. seno . . . . . =	9. 94273
		Som. . =	19. 35463
Log.sen.½Z =	28°.24′,12″.	=	9. 67731
Z =	56. 48, 24		

Dunque l'amplit.calcol.occid.austr. = 33°.11'.36"

Si conchiude per la variazione.

Amplit. calcol. occid. austr . . . . = 33°.11'.36"
L'ampl.oss.occid.austr.=7°.30+15'.14".pel semid.=— 7. 45. 14

Variazione della bussola . . . . . . = 25. 26. 22 NO

Esempio II.

847. Sia l'amplit. calcol. occid. austr. . . . = — 9°. 35'
L'amplit. osserv. occid. austr. . . . . = 25. 18

Variazione della bussola . . . . . . = 15. 43 NE

Esempio III.

848. Suppongasi l'amplit. calcol. occid. bor. = 21°.48'
L'amplit. osserv. occid. bor. . . . . = — 7. 18

Variazione della bussola . . . . . . = 14. 30 NE

Esempio IV.

849. Sia l'amplit. calcol. occid. bor. . . . . = — 10°.18
L'amplit. osserv. occid. bor. . . . . = 27. 8

Variazione della bussola . . . . . . = 16. 50 NO

Esempio V.

850. Sia l'amplit. calcol. occid. bor.. . . . . = 5°.36'
L'amplit. osserv. occid. austr. . . . . = + 12. 48

Variazione della bussola . . . . . . = 18. 24 NE

Esempio VI.

851. Posta l'amplit. calcol. occid. austr. . . = 7°. 28'
L'amplit. osserv. occid. bor. . . . . = + 9. 28

Variazione della bussola . . . . . . = 16. 56 NO

Esempio VII.

852. Sia l'amplit. calcol. occid. . . . . = o°.
L' osserv. occid. bor. . . . . = 18. 53′

Variazione della bussola. . . . . = 18. 53 NO

Esempio VIII.

853. Pongasi l' amplit. calcol. occid. . . . . = o°.
L'osserv. occid. austr. . . . . = 15. 41′

Variazione della bussola. . . . . = 15. 41 NE

Esempio IX.

854. Posta l'amplit. calcol. occid. bor. . . . . . . = 21°.30′
L'osserv. occid. . . . . = o

Variazione della bussola. . . . . = 21. 30 NE

Esempio X.

855. Sia l'amplit. calcol. occid. austr. . . . . . . = 15°.43′
L'amplit. osserv. occid. . . . . = o

Variazione della bussola. . . . . = 15. 43 NO

SEZIONE III.

Determinare la variazione della bussola col paragone de' due azimutti, vero e magnetico di un astro.

856. L' azimutto vero, o calcolato, è l' angolo sferico formato nello zenit dal verticale dell' astro, e dal meridiano del luogo, cioè l'arco dell' orizzonte interposto tra il cardine nord, o sud del mondo, ed il punto dello stesso orizzonte segnato dal verticale dell' astro, come si è detto nel numero 76.

857. *L' azimutto magnetico*, è l' arco dell' orizzonte interposto tra la direzione nord o sud della bussola, ed il punto dello stesso orizzonte intersegato dal verticale dell' astro.

858. L'azzimutto magnetico si misura col compasso di variazione, allorchè l'astro non trovasi di molto elevato sull'orizzonte (146), altrimenti si misura col compasso azimuttale, il quale altro non è che un compasso di variazione, munito nella parte del traguardo oculare di una mira, e

di uno specchio amalgamato, che vedesi montato su d'una cerniera mobile, onde potersi inclinare più o meno, per trasportare l' immagine riflessa dell' astro sull' orizzonte, e rilevarlo col traguardo oggettivo.

859. Per procedere alla determinazione de' due azimutti vero, e magnetico, giova che vi concorrono due osservatori, uno per prendere l' altezza dell' astro, e l' altro per misurare l' azimutto magnetico del medesimo, facendosi le due osservazioni contemporaneamente, di maniera che per aversi l'azimutto magnetico deve rilevarsi l'astro nell'atto che l' osservatore dell'altezza dà l'avviso, che l' immagine riflessa dell' astro tocchi l' orizzonte. Inoltre per ovviare ogni equivoco, giova che i due azimutti vengono contati dal cardine del nome del polo elevato.

860. L'azimutto vero si determina col metodo stabilito nel n. 675. Tale azimutto sarà sempre ottuso, allorchè la declinazione dell'astro è di denominazione diversa di quella della latitudine, sarà acuto quando la declinazione è della stessa specie, e di quantità maggiore della latitudine, ma allor quando la declinazione è della stessa denominazione della latitudine e di quantità minore; l'azimutto vero sarà acuto fino a che l'astro giunge nel primo verticale; ove sarà retto, e poi passerà ad essere ottuso, crescendo fino a 180° cioè sino a che l'astro giunge nel meridiano. Quindi avverandosi l'ultimo caso, bisognerà determinare in primo luogo l'altezza che ha l'astro nel passare pel primo verticale (808), e poi dal confronto di tale altezza ottenuta dal calcolo con quella avuta dall'osservazione, si ricaverà la specie dell'angolo azimuttale.

861. Adottando lo stesso ragionamento del numero 834 e seguenti, risulta chiaro che se i due azimutti vero e magnetico, contati dal medesimo cardine, e nel medesimo senso, sono eguali, non vi sarà variazione; ma se sono disuguali, la variazione sarà quanto la di loro differenza; ed inoltre dallo stesso ragionamento applicato alla specie si ricava che, contati i due azimutti amendue da N verso S, se l'osservatore si ritrova nell'emisfero boreale, e supposto l'astro nell'emisfero orientale, in tal caso la variazione sarà della specie NE, se l'azimutto vero è maggiore del magnetico, ma sarà poi della specie NO se il magnetico è il maggiore; mentre al contrario trovandosi l'astro da occidente del meridiano nel supposto emisfero, se l'azimutto vero è maggiore del magnetico, la variazione sarà a NO; ma se il magnetico è il maggiore, la variazione sarà a NE; l'istesso è a dirsi allorchè i due azimutti debbono, e sono contati dal cardine S, nel quale caso si avrà un risultamento contrario.

862. Le osservazioni degli azimutti meritano essere preferite a quelle delle amplitudini, allorchè la latitudine è molto avanzata; a motivo che in tal caso l'astro, nel sorgere e nel tramontare, rade per lungo tempo l'orizzonte, e perciò presenta molta incertezza sul punto preciso del sorgere o del tramontare. Conviene però di non fare le osservazioni degli azimutti, se non che quando l'altezza dell'astro è minore di 15,

ed è maggiore di 7°; poichè al di sopra del primo termine non si otterrebbe un rilevamento di sufficiente esattezza, ed al di sotto del secondo limite si cadrebbe nell' incostanza della rifrazione.

Esempio I.

863. Stando nella latitudine 41°. 55′ N, e nella longitudine 14°, 13′ E, nel dì 7 agosto 1840 verso le 5ᵒʳ. 47′ del mattino, coll' occhio elevato sull' orizzonte di 18 piedi, si è osservata l'altezza dell' orlo inferiore del sole di 14°. 13′, con un sestante di cui l' errore d' indice è di 3′.40″ additivi; e contemporaneamente si è rilevato il sole per ENE 7°.30′ E della bussola. Si domanda la declinazione dell'ago calamitato.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}Z=\sqrt{\frac{\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(E+D+L)-L\ \text{sen}\,\tfrac{1}{2}(E+D+L)-E\times R^2}{\text{sen}\,E\ \text{sen}\,L}}$$

Altezza istrumentale ☉. . . . . =	14°.13′.
Errore d' indice . . . . = +	3. 40″
Altezza osservata dell'orlo inferiore. . . =	14. 16. 40
Depressione dell' orizzonte . . . . = —	4. 17, 4
Altezza apparente dell' orlo inferiore . . =	14. 12. 22, 6
Semidiametro . . . . = +	15. 48, 54
Altezza apparente del centro. . . . . . . =	14. 28. 11, 14
Rifrazione — Parallasse . . . . = —	03. 37, 2
Altezza vera ☉ . . . . =	14. 24. 33, 94
Tolta da.	90
Distanza dallo zenit = E. . . . . =	75. 35. 26, 06
Declin. del sole per l'ora data, rid. a Parigi=	16. 26. 43 6B
Tolta da.	90
Distanza polare = D . . . . =	73. 33. 16, 4
Latitudine della nave. . . . . =	41. 55 N
Tolta da	90
Distanza del polo dallo zenit = L. . . . =	48. 05

D = 73°.33'.16",4
E = 75. 35.26, 06 comp.arit.log.sen . = 0. 01388
L = 48. 05 comp.arit.log.sen . = 0. 12836

Som. = 197. 13. 42, 46
½ Somma = 98. 36. 51, 23
½ Som—E = 23. 01. 25, 17 log. sen . . . . = 9. 59230
½ Som—L = 50. 31. 51, 23 log. sen . . . . = 9. 88760

Somma. . . = 19. 62214
Log. sen ½ Z = 40°.20'. 2". . . . . = 9, 81107
Z = 80. 40. 4

Si conchiude su la specie dell'azimutto.
sen 41°. 55' : *sen* 16°. 26'. 44" : : R : *seno dell'alt. nel pas. pel primo verticale* = 28°.11'.45".
Dunque l'azimutto che si cerca è acuto.

Si conchiude per la variazione.

Azim. vero del sole . . . . . = N 80°. 40'. 04". E
Azim. magnetico. . . . . . . = N 75. 00. 00. E

Variaz. della bussola. : = 5. 40. 04. NE

Esempio II.

864. Stando la nave nell'emisfero boreale, e supposta la declinazione dell'astro dell'istessa specie, e minore della latitudine del luogo, trovandosi l'astro ad ovest del meridiano.

L'azim. vero. . . . . = N. 113°. 48. S.
L'azim. magnet. . . . . = N. 98. 30. S.

Variaz. della bussola. . = 15. 18. NO

Esempio III.

865. Stando la nave nell'emisfero australe, supposta la declinazione dell'astro della stessa specie e minore della latitudine; ed immaginando l'astro nell'emisfero orientale.

L'azim. vero . . . . = S. 88°. 30' E
L'azim. magnetico. . . . . . . = S. 70. 40 E

Variaz. della bussola. . . = 17. 50 NO

Esempio IV.

866. Stando il naviglio nell'emisfero australe, supposta la declinazione della stessa specie, e minore della latitudine, e supposto l'astro nell'emisfero occidentale.

L'azim. vero	= S	99°.45' N
L'azim. magnetico.	= S	114. 20 N
Variaz. della bussola . .	=	14. 35 NO

867. La luna offre un mezzo assai semplice per determinare la variazione della bussola, durante la notte. Allorchè questo satellite è vicino al suo sorgere o poco dopo il suo tramontare, presenta sul mare un treno di luce che corrisponde al suo verticale; se si rileva questa traccia lucida, si avrà l'azimutto magnetico della luna; calcolando il suo azimutto vero per mezzo del suo angolo orario, si potrà avere dalla differenza di questi due azimutti la quantità e la specie della variazione, come nell'esempio seguente.

Esempio.

Stando nella longitudine 18°. 30' O, e nella latitudine 41°. 35' N, nel dì 12 luglio 1840 alle $7^{or}.05'$ della sera, si è rilevata la striscia lucida che precede il sorgere della luna per N 112° S della bussola. Si domanda la declinazione dell'ago calamitato.

T.M.A. per la nave = 1840 luglio 12 a	$7^{or}.05'$
Diff. de'meridiani 18°. 30' O . . . =	+ 1. 14
T.M.A. per Parigi luglio 12 a . .	8. 19
Decl. della luna . . . . =	27°.49'.27".24 A
Distanza polare . . . . =	117. 49. 27. 24
Complem. della latitud. . . . . =	48. 25. 0. 00
Ascens. retta del sole . . . . . =	$7^{or}.28'.25''.28$
Ora astron. del luogo . . . . . =	+ 7. 05
Ascens. retta del merid. . . . =	— 14. 33.25, 28
Ascens. retta della luna. . . . =	18. 29.30
Ang. orario della luna = 57°. 1'. 15".52 =	3. 56,04, 72

Si determini il 1.° segmento di PI (*fig.50*), *che si esprime con* a

R : cos P : : tang ZP : tang *a*

Log. tang. ZP =	48°.25'. . . . . . =	10. 05192
Log. cos. P =	57. 01. 15".52"' = +	9. 73586
Lon. tang. *a* di. .	31. 31. 38 — R=	9. 78778
PI. . . . . =	117. 49'. 27, 24	
2°. segmento =	86. 17. 49, 24	

Si determini ZI

cos 31°.31'.38" : cos 86°.17'.49".24 : : 48°.25 : cos ZI

Log. cos. 86°.17'.49",24. . . . =		8. 81014
Log. cos. 48. 25 . . . . = +		9. 82198
	Somma =	18. 63212
Log. cos. 31. 31. 38 . . . . . . = —		9. 93064
Log.cos.di ZI=92°.58'.57". . . . . . =		8. 70148

Si determini l' azimutto ☾

sen 92°.58'.57" : sen 117°.49'.27" : : sen 57°.1'.15".52"' : sen PZI

Log. sen. 117°.49'.27". . . . . . . =		9. 94664
Log. sen. 57. 01. 16 . . . . = +		9. 92369
	Somma . . =	19. 87033
Log. sen. 92. 58. 57. . . . . . . = —		9. 99945
Log. sen. 47. 58. 16. . . . . . . =		9. 87088

Si conchiude per la specie dell' azimutto.

Z. . . . . =	47°.58'.16"
Tolta da	180
Azimut. vero. . . . . = N	132. 01. 44 S
Azimut. magnetico. . . . . = N	112. 00. 00 S
Variazione della bussola . . . =	20. 01. 44 NE

36

Volendosi determinare la variazione della bossola col confronto degli azimutti della luna o di una stella, in tale caso giova determinare l'azimutto vero dell'astro, senza ricorrere all'altezza del medesimo, ma in vece avvalersi dall'angolo orario del medesimo astro, determinato col metodo esposto nel numero 794, procedendo come appresso.

Esempio.

Stando nella latitudine 37°. 48′ N, e nella longitudine 9°. 30′ O, nel dì 15 maggio alle 11^{or}. 57′ della sera, si è rilevato il centro della luna per N, 163° verso E della bussola. Si domanda la declinazione dell' ago calamitato.

T. M. A. per la nave 1840 maggio 15 a. . . 11^{or}.57′
Differenza de' meridiani 9°. 30′ O . . . = + 38

T. M. A. per Parigi 1840 maggio 15 a. . . 12. 35

Declinazione ☾ . . . . . . = 22°.28′.02″,82 A
Distanza polare . . . . . . = 112. 28. 02, 82
Compl. della latit.. . . . . = 52. 12

Ascensione retta del sole . . . . = 3^{or}.31′.14″,95
Ora astronomica della nave. : . . . . =+ 11. 57

Ascens. retta del meridiano. . . . . = 15. 28. 14. 95
Ascensione retta della luna. . . . . = 15. 38. 30

Ang. orario della luna = 2°.28′.32″.6. . . . = 10′. 15″. 05

Si determini il 1.° segmento di PA (fig.49), *espresso da* a

R : cos P : : tang ZP : tang *a*

Log. cos. P = 2°.28′.33″ . . = 9. 99959
Log.tang.ZP= 52. 15 . . =+ 0. 11110

Log. tang. *a* 52°.13′.35″ — R = 10. 11069

PA . . . . = 112°.28′.02″,82
a . . . . =— 52. 13. 35

2°. segmento di PA . . . . = 60. 14. 27, 82

Si determini ZA.

cos 62°.13'.35" : cos 60°.14'.27".82 : : cos 52°.15 : cos ZA

Log. cos. 60°. 14'. 27"	=	9. 69579
Log. cos. 52. 15	= +	9. 78691
Somma	=	19. 48270
Log. cos. 52. 13. 35	= —	9. 78715
Log.cos.di 60°.15'.27".	=	9. 69555

Si determini l' angolo PZA.

sen: 60°.15'.27" : sen: 112°.28'.3" : : sen: 2°.28'.33" : sen: PZA

Log. sen. 112°.28'.03"	=	9. 96572
Log. sen. 2°.28'.33"	= +	8. 63546
Somma	=	18. 60118
Log. sen. 60°.15'.27"	= —	9. 93865
Log.sen.PZA= 2°.38'. 8"	=	8. 66253

Azimutto vero della ☾ = 180° — 2°. 38'.8" = N 177°.21'.52" S
Azimutto magnetico. . . . . = N 153. S

Variazione della bussola . . . . . . = 24. 21.52 NE

SEZIONE IV.

Del modo di determinare la variazione della bussola, rilevando l'astro allorchè passa pel primo verticale.

868. Co'metodi stabiliti ne'numeri (807,808) si determinerà l'ora, e l'altezza vera in cui l'astro passa pel primo verticale, ridotta questa ultima in altezza apparente (670, 671, 674), si fermi l'indice del nonio sul lembo dell'istrumento, in modo che disegni l'altezza apparente, ottenuta col calcolo.

Si prende l'altezza dell'astro con l'istrumento così preparato, e si attende sino a che la sua immagine riflessa tocchi l'orizzonte coll'orlo inferiore, trattandosi del sole, e della luna; poichè allora l'astro trovasi nel primo verticale.

869. Nel momento stesso che l'astro passa pel primo verticale, si rileverà al compasso di variazione, o al compasso azimuttale. Se l'astro

trovasi ad oriente del meridiano, e rimane per l'est della bussola, non vi sarà variazione, ma se l'est rimane alla dritta, o alla sinistra del verticale dell' astro, la variazione nel primo caso sarà a NE, e nel secondo a NO, di tanti gradi, di quanti ne contiene l'arco della rosa de'venti, interposto tra l' est della bussola, ed il filo sotto i traguardi.

Nel caso che l'astro trovasi da ovest del meridiano nel momento che passa pel primo verticale, e si rileva per l'ovest del compasse, non vi sarà variazione; ma se l' ovest della bussola rimane a dritta, o a sinistra del verticale dell'astro, la variazione sara nel primo caso a NE, e nel secondo caso a NO, anche dell' istesso numero di gradi dell'arco compreso dall' ovest del compasso, e dal filo sotto i traguardi.

Esempio I.

870. Supposto essersi rilevato il sole nelle ore del mattino, allorchè passava pel primo verticale, per E 14° S del compasso. Si domanda la variazione della bussola.

Variazione della bussola . . . . = 14°. NO

Esempio II.

871. Supposto essersi rilevato il sole per O $\frac{1}{4}$ NO 3°. 30′ N del compasso, allorchè trovandosi nell'emisfero occidentale passava pel primo verticale. Si domanda la variazione della bussola.

Variazione della bussola . . . . = 14°. 45′ NO

SEZIONE V.

Del modo di scovrire la variazione della bussola, rilevando l' astro allorquando passa pel meridiano.

872. Passando l' astro pel meridiano in un' altezza non molto grande, e da potersi rilevare comodamente con un compasso, bisogna che si determini l' ora del passaggio dell' astro pel meridiano (774, 775); e pochi minuti primi di tale ora, s'incominceranno le osservazioni per aversi l' altezza meridiana (503).

873. Conosciutosi essere l' astro giunto nel meridiano, nello stesso istante, e precisamente allorchè l' osservatore dà l' avviso di essere l' astro nell' altezza meridiana, allora un altro osservatore lo rileverà con un compasso; se l' astro rimane per N, e per S della bussola, non vi sarà variazione; ma se il N, o S della bussola rimane a destra, o a sinistra della direzione dell' astro, nel primo caso la variazione sarà a NE, e nel secondo sarà a NO, di tanti gradi di quanto il N, o S del compasso trovasi distante dalla linea de' traguardi.

Esempio I.

874. Rilevatosi il sole, allorchè trovasi nell'altezza meridiana per S 13°. 30′ E della bussola, si domanda la declinazione dell'ago calamitato.

Variazione della bussola . . . . = 13°. 30′ NE′

Esempia II.

Rilevatosi la stella B dell'orsa maggiore per NNE 3 ad E della bussola, allorchè passa pel meridiano, si domanda la declinazione dell' ago.

Variazione della bussola . . . . = 25°. 30′ NO.

SEZIONE VI.

Determinare la variazione della aussola per mezzo del rilevamento astronomico.

875. Dicesi *rilevamento astronomico d' un oggetto terrestre*, l' azimutto di tale oggetto ricavato da quello del sole. Siffatti rilevamenti sono i più proprii a darci la conoscenza della declinazione dell' ago calamitato con un grado di precisione convenevole.

876. Per determinare il rilevamento astrouomico d'un oggetto terrestre, si procede come appresso.

1. Tre osservatori osservino nell'istesso tempo, uno l'altezza dell'orlo inferiore del sole, il secondo l'altezza dell'oggetto terrestre, ed il terzo la distanza del medesimo oggetto dall'orlo prossimiore del sole.

Potrebbero soddisfare al bisogno, anche due osservatori, uno prenderebbe l'altezza del sole, e l'altro la sua distanza dall'oggetto; potendosi misurare l'altezza dell'oggetto terrestre immediatamente prima, o dopo tali osservazioni, atteso che l' ultim' altezza non va soggetta a variazione sensibile, in un breve intervallo di tempo, in cui si suppone la nave essere in cammino : si potrebbe con maggiore esattezza fare due osservazioni per l'altezza del sole, ed altre due per la distanza, onde conchiudere per l'altezza media, e per la distanza media.

2. Si farà attenzione durante le osservazioni da qual lato del polo elevato si ritrova il verticale del sole, cioè se il sole è a dritta, o a sinistra di tale polo, per un osservatore rivolto con la faccia al polo medesimo.

3. Se rimanendo il sole a sinistra del polo, l'oggetto resta a sinistra del sole, o pure che il sole stando alla dritta del polo elevato, l'oggetto si ritrova alla dritta del verticale del sole, si dirà che il sole e

l'oggetto sono dal medesimo lato; ma se il sole sta a sinistra del polo elevato, e l'oggetto è a dritta del sole, o se essendo il sole a dritta del polo, l'oggetto si ritrova a sinistra del verticale del sole, si dirà che il sole e l'oggetto sono di differente lato.

4. Si correggerà l'altezza osservata dell'oggetto della depressione dell'orizzonte, e si avrà l'altezza apparente del medesimo.

Si faranno le convenevoli correzioni all'altezza osservata del sole, onde ricavarne l'altezza apparente del centro, ed anche l'altezza vera.

Si correggerà la distanza osservata del semidiametro del sole, e si avrà la distanza apparente.

5. Si calcolerà l'azimutto del sole col metodo di già esposto (675).

6. Si prenderanno i complementi dell'altezza apparente del sole, dell'altezza apparente dell'oggetto, e si avranno le distanze apparenti dallo zenit, le quali con la distanza apparente del sole all'oggetto formano un triangolo sferico ZAS (fig. 60), di cui se ne determinerà l'angolo Z, mediante la formola adottata nel n. 675, nella quale con d si esprime la distanza del sole dall'oggetto, con e la distanza apparente del sole allo zenit, e con l la distanza apparente dell'oggetto allo zenit.

7. La quantità ottenuta per l'angolo Z, dinoterà la differenza degli azimutti del sole e dell'oggetto, per mezzo della quale si ricaverà l'azimutto di questo ultimo, cioè il suo rilevamento astronomico, serbando le seguenti regole.

8. Se il sole e l'oggetto sono dallo stesso lato, in tal caso si aggiungerà l'azimutto del sole alla differenza degli azimutti; se la somma risulta minore di 180°, indicherà essa stessa l'azimutto dell'oggetto terrestre, contato dal cardine del nome del polo elevato, e della stessa denominazione di quella del sole; ma se la somma eccede 180°, il suo supplemento a 360° dinoterà l'azimutto dell'oggetto, contato pure dal polo elevato, ma di denominazione opposta a quella dell'azimutto del sole, cioè se questo è contato verso est, quello si conta verso ovest, e viceversa.

Se poi il sole e l'oggetto sono di differente lato, in tal caso l'azimutto dell'oggetto verrà dinotato dalla differenza tra l'azimutto del sole e la differenza degli azimutti, sempre contato del polo elevato; e sarà della stessa denominazione dell'azimutto del sole, se questo è maggiore della differenza degli azimutti, ma sarà di denominazione differente nel caso contrario.

877. Una semplice ispezione oculare sulle fig. 61. 62., e 63 basterà per ben intendere le regole esposte; in ciascuna di tali figure, HR rappresenta l'orizzonte, Z lo zenit, P il polo elevato, ZO il verticale dell'oggetto, e ZSA quello del sole: Esse si vedono esposte nell'ordine medesimo, come sono state enunciate le regole anzidette, esprimendone la fig. 62 due di esse; avvertendo nella pratica di marcare tutto ciò ch'è a sinistra del meridiano, e di marcare ciò ch'è a dritta dello stesso.

Esempio I.

878\. Stando nella latitudine 38°. 15′ N, e nella longitudine 22°. 30′ E, nel dì 4 agosto 1840 a 7^{or}.48′ del mattino in tempo medio, coll'occhio elevato di 15 piedi, si è presa l'altezza della montagna O di 3°. 18′, quella dell'orlo inferiore del sole di 15°. 18′, e la distanza del vertice della montagna dal lembo prossimiore del sole di 61°.41′. Durante l'osservazione il sole era a dritta del polo elevato, e la montagna a dritta del verticale del sole. Si domanda il rilevamento astronomico dell'oggetto proposto.

T. M. della nave 1840 agosto 4 a 7^{or}.48′ del matt.
— 1 + 12.

T.M.A. della nave 1840 agosto 3 a 19. 48
Diff. de'meridiani = 22°. 30′ E = — 1. 30

T.M.A. per Parigi 1840 agosto 3 a 18. 18

Declin. del sole pel 3 agosto 1840 a 18^{or}.18′ =	17°. 15′. 1″. 8 B
Distanza polare = D . . . . =	72. 44. 58. 2
Latitudine del luogo. . . . . =	38. 15 N
Distanza dello zenit al polo elev. . . . . . . =	51. 45
Altezza osservata ☉̲. . . . . =	15°. 18′. 00
Depressione dell'orizzonte per 15 piedi. . . = —	3. 55.
Altezza apparente ☉̲ . . . . =	15. 14. 05.
Semidiametro . . . . = +	15. 47,79
Altezza apparente del centro. . . . . =	15. 29. 52,79
Rifrazione — Parallasse . . . . = —	3. 22,91
Altezza vera del centro . . . . =	15. 26. 29,88

Dist. appar. del centro dallo zenit = e = 74. 30. 07. 21
Distan. vera del rentro dallo zenit = E = 74. 33. 30. 12

Si determini l'azimutto del sole.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,Z=\sqrt{\frac{\text{sen}\,\frac{1}{2}(D+E+L)-L\,\text{sen}\,\frac{1}{2}(D+E+L)-E\times R^2}{\text{sen}\,L\,\text{sen}\,E}}$$

D = 72°.44'.58",2
L = 51. 45. com.arit.log.sen = 0. 10496
E = 74. 33. 30, 12 com.arit.log.sen = 0. 01596

Somma . = 199. 03. 28, 32
½ som. . . = 99. 31. 44, 16
½ som.—L = 47. 46. 44, 16 log. sen = 9. 86956
½ som.—E = 24. 58. 14, 04 log. sen = 9. 62547

Somma. . . . . = 19. 61595
sen ½ Z = 39°.59'.20" = 9. 80797
Z = 79. 58.40

Per conchiudere sulla specie dell' azimutto del sole.
tang. 38°. 15' : tang. 17°.15',2" = R : cos P = 4°.27'.12",67
Ora in cui il sole passa pel 1°. verticale T.V. = 7. 32. 47, 33
sen 38°.15' : sen 17°. 15'. 14" :: R : sen dell'altezza in cui il sole passa pel primo verticale = 28°. 37'. 38".
Dunque l' azimutto del sole . . . . = N 79°.58'.40" E

Si determini la differenza degli azimutti.

Altezza osservata dell' oggetto . . . . = 3°.18',
Depress. dell' orizzonte per 15 piedi. . . . = — 3. 55"

Altezza apparente . . . . = 3. 14. 05
Distanza appar. dallo zenit = *l*. . . . . . . = 86. 45. 55

Distanza osserv. del sole all' oggetto . . . = 61: 41
Semidiametro. . . . . = + 15. 47, 79

Distanza apparente = *d*. . . . . = 61. 56. 47, 79

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2} Z = \sqrt{\frac{(d+e+l) - e\ \text{sen}\,(d+e+l) - l \times R^2}{\text{sen}\ e\ \text{sen}\ l}}$$

d = 61°.56'.47", 79
e = 74. 30. 7, 21 = com.arit.log.sen = 0. 01609
l = 86. 45. 55 = com.arit.log.sen = 0. 00069

Somma = 223. 12. 50, 00
½ som. . = 111. 36. 25
½ som.—*e* = 37. 06. 17, 79 log. sen. . . . . . = 9. 78952
½ som.—*l* = 24. 50. 20 log. sen. . . . . . = 9. 62337

Somma . . . . . . = 19. 42067
Log. sen ½ Z = 30°.53'. 9" . . . . . . = 9. 71033
Diff. degli azimutti = 61. 56. 18

Si conchiude per l'azimutto dell'oggetto.

Azim. del sole . . . . =	N 79°.58'.40" E
Diff. degli azimut. . . . . =+	61. 56. 18
Azimutto dell'oggetto B . . . . . =	N 141. 54. 58. E a S

Esempio II.

Trovandosi nella latitudine 42°. 52' N, e nella longitudine 52°. 30' O, nel dì 13 novembre 1840 a 8^{or}. 13', in tempo medio, coll'occhio elevato di 19 piedi, si sono misurate, l'altezza della montagna x di 2°. 54', quella del lembo inferiore del sole di 9°. 14', e la distanza del vertice del monte dall'orlo prossimiore del sole di 49°. 45'. Durante le osservazioni, il sole era a dritta del polo elevato, e la montagna a sinistra del verticale del sole. Si domanda l'azimutto dell'oggetto proposto.

T. M. della nave = 1840 nov. 13 a 8^{or}. 13' del mattino
— 1 + 12

T. M. A. della nave 1840 nov. 12 a 20. 13
Diff. de'merid. = 52°.30' O = + 3. 30

T. M. A. per Parigi 1840 nov. 12 a 23. 43

Declin. del sole per l'ora ridot. a Parigi . . =	18°.04'.42",8 A
Distanza polare = D . . . . =	108. 4.42, 8
Latitud. della nave . . . . =	42. 52 N
Distanza dello zenit al polo = L . . . . . . =	47. 8
Altezza osserv. ☉ . . . . =	9. 14
Depres. dell' orizz. per 19^{pi} . . . . =—	4. 24, 4
Altezza apparente ☉ . . . . =	9. 9. 35, 6
Semidiametro . . . . =+	16. 11, 8
Altezza appar. del centro. . . . . =	9. 25. 47, 4
Rifrazione — parallasse . . . . =—	5. 38, 9
Altezza vera ☉ . . . . =	9. 20. 08, 5
Dist. appar. del centro dallo zenit . . . . . =	80. 34. 12, 6
Dist. vera dallo zenit = E . . . . =	80, 39. 51, 5

Si determini l' azimutto del sole.

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(D+E+L)-L\ \text{sen}\,\tfrac{1}{2}(D+E+L)-E \times R^2}{\text{sen}\,L\ \text{sen}\,E}}$$

D = 108°.04'.42",8
E = 80. 39. 51, 5 com.arit.log.sen. = 0. 00579
L = 47. 8 com.arit.log.sen. = 0. 13493

Somma. . . = 235. 52. 34, 3
½ Som. . . . = 117. 56. 17, 1
½ Som. — E = 37. 16. 25, 6 = log. sen . . . = 9. 78220
½ Som. — L = 70. 48. 17, 1 = log. sen . . . = 9. 97516

Somma. . . . . . . = 19. 89808
Log. sen. ½ Z = 62°.47' . . . . . = 9. 94904
Z = 125. 34

Dunque l' azimutto del sole. . . . . = N 125°.34' E a S.

Si determini la diff. degli azimutti.

Altez.osserv. dell'ogg. x. . . . . = 2°.54'
Depress. dell'orizz. . . . . = — 4. 24", 4

Altez.appar. dell'ogg. x . . . . . = 2. 49. 35, 6
Dist.appar.dell'ogg.allo zenit = l = 87. 10. 24, 4

Dist. osserv. dell'ogg. al sole. . = 49. 45'
Semidiam. . . . . = + 16. 11, 8

Dist.appar.dell'ogg.al cent.del sole = d = 50. 01. 11, 8

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}\,Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(d+e+l)-l\ \text{sen}\,\tfrac{1}{2}(d+e+l)-e \times R^2}{\text{sen}\,e\ \text{sen}\,l}}$$

d = 50°.01'.11",8
e = 80. 34. 12, 6 com.arit.log.sen. = 0.00591
l = 87. 10. 24, 4 com.arit.log.sen. = 0.00053

Somma . = 217. 45. 48, 8
½ Som. . = 108. 52. 54, 4
½ Som.—e = 28. 18. 41, 8 log. sen. . . . . = 9.67602
½ Som.—l = 21. 42. 30 log. sen. . . . . = 9.56805

Somma. . . . . . . = 19.25051
Log. sen. ½ Z = 24°.57'.25" . . = 9.62525
Z = 49. 54. 50

Dunque
Diff. degli azimutti . . . . = — 49°.54'.50"
Azim. del sole . . . . = N 125. 34 E a S

Azim. dell'oggetto x. . . . . = N 75. 39. 10 E

880. Per ottenere il rilevamento astronomico di un'oggetto con sufficiente esattezza, giova serbare le seguenti regole.

1°. Bisogna osservare l'altezza e la distanza del sole, allorchè questo astro si ritrova in piccola altezza, ma non mai minore di 7° a 8°.

2°. Non si deve far uso del rilevamento astronomico, allorchè il sole avrà un' altezza maggiore di 60°.

3°. Bisogna scegliere un'oggetto terrestre, la di cui distanza dal punto dell'orizzonte intersegato dal verticale del sole, non differisce di molto da 90° in più, o in meno. . . . . . .

4°. Nella deficienza di oggetti così situati, si dovrà preferire un oggetto tale, che l'angolo formato dall'orizzonte e dal piano dell'istrumento nel misurare la distanza, sia maggiore di 45°.

881. Si avverte che una differenza di 10° a 12° sulla stima della distanza dell' oggetto al piede del verticale del sole, o sull'angolo d'inclinazione dell'istrumento coll'orizzonte, non influisce considerevolmente sul risultamento del calcolo.

882. Il rilevamento astronomico può utilmente impiegarsi a determinare la variazione della bussola, oprando come appresso.

1°. Col compasso di variazione si rileva l'oggetto terrestre nell'istesso istante, in cui si osservano l'altezza del sole, e la sua distanza dall'oggetto.

2°. Si prende la differenza tra il rilevamento del compasso, ed il rilevamento astronomico ricavato dal calcolo; dinoterà tale differenza la quantità della variazione, conchiudendo per la sua specie con applicarvi il ragionamento adottato nel n. 835.

Esempio.

883. Stando nella latitudine 43°. 35' N, e nella long. 32°. 30' O, nel dì 7 agosto 1840 alle ore 7. 52' del mattino in tempo medio, coll'occhio elevato sull'orizzonte di 17 piedi si è presa l'altezza del monte x di 2°. 59', quella dell'orlo inferiore del sole di 16°. 43', e la distanza del vertice del monte dal lembo prossimiore del sole di 58°. 28', nel mentre che l'oggetto istesso si è rilevato al compasso per NE 3°.31' E. Durante le osservazioni il sole era a dritta del polo elevato, ed il monte a sinistra del verticale del sole. Si domanda la quantità e la specie della variazione della bussola.

T. M. della nave 1840 agosto 7 a $7^{or}.52'$ del mattino
— 1 + 12

T. M. A. della nave 1840 ag. 6 a 19. 52
Differ. de' meridiani. . . . . . . + 2. 10

T. M. A. per Parigi 1840 ag. 6 a $22^{or}.02$

Si determini l'azimutto del sole.

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2} Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \tfrac{1}{2}(D+E+L)-L\ \text{sen}\ \tfrac{1}{2}(D+E+L)-E \times R^2}{\text{sen L sen E}}}$$

Declin. del sole per le $22^{or}.2'$ del 6 ag. . =	$16°.23'.12''$, 1 B	
Distanza polare = D. . . . . =	73. 36. 47, 9	
Latit. del luogo . . . . =	43. 35 N	
Distanza dello zenit al polo = L . . . . . . =	46. 25	
Altez. osserv. ☉ . . . . =	16. 43	
Depres. dell' orizzonte per 17 piedi . . . . = —	4. 10''	
Altez. appar. ☉ . . . . =	16. 38. 50	
Semidiametro . . . . = +	15. 48, 54	
Altez. appar. del centro . . . . =	16. 54. 38, 54	
Rifrazione — Parallasse . . . . = —	3. 4, 61	
Altezza vera ☉ . . . . =	16. 51. 33, 93	
Dist. appar. dallo zenit = *e*. . . . . =	73. 05. 21, 46	
Distanza vera dallo zenit = E. . . . . =	73. 08. 26, 07	

D = 73°.36'.47'',9
E = 73. 08. 26, 07 = comp.log.sen. = 0.01908
L = 46. 25 = com.arit.log.sen. = 0.14004

Somma . . = 193. 10. 13, 97
½ Som. . . = 96. 35. 06, 98
½ Som. — E = 23. 26. 40, 91 = log. sen. . . . . . = 9.59974
½ Som. — L = 50. 10. 06, 98 = log. sen. . . . . . = 9.88523

Somma . . . . . . = 19.56509
Log. sen. ½ Z = 37°.18'.29''. . . . = 9.78254
Z = 74. 36. 58

Si comchiude per la specie dell' azimutto del sole.

sen 43°.55′ : sen 16°.27′.59″,7 : : R : sen dell'alt. nel v.p. = 23°.59′.43″

Dunque

L' azim. del sole. . . . . = N 74°.36′.58″ E

Si determini la differenza degli azimutti.

Altez. osserv. del monte x.	=	2°.59′.00″
Depres. dell' orizz.	=−	4. 10
Altez. appar. del monte.	=	2. 54. 50
Dist. appar. dallo zenit $= l$	=	87. 05. 10
Dist. osserv. dal sole all'ogg. . . .	=	58°.28′
Semidiam.	=+	15. 48″,54
Dist. appar. dal sole all'ogg. $= d$	=	58. 43. 48, 54

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2} Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \frac{1}{2}(d+e+l) - l\ \text{sen}\ \frac{1}{2}(d+e+l) - e \times R^2}{\text{sen}\ e\ \text{sen}\ l}}$$

$d =$	58°.43′.48″,54		
$l =$	87. 05. 10	com.arit.log.sen. =	0.00056
$e =$	73. 05. 21 46	com.arit.log.sen. =	0.01920
Somma. . =	218. 54. 20		
½ Som. . . =	109. 27. 10		
½ Som.—L =	22. 22	log. sen. . . . . . =	9.58039
½ Som.—E =	36. 21. 49	log. sen. . . . . . =	9.77298
		Somma. . . . . . . =	19.37313
		sen ½ Z = 29°.04′.21″. . . . =	9.68656
Diff. degli azim. . . . = Z =	58. 08. 42		

Si conchiude per l' azimutto dell' oggetto.

Azim. del sole.	=	N 74°.36′.58″ E
Diff. degli azimutti.	=−	58. 08 21
Azim. dell' oggetto	=	N 16. 28.37 E

Si conchiude per la variazione.

Azim. vero dell'oggetto.	=—	N 16°.29' E
Azim. magnetico.	=	N 48. 30' E
Variaz. della bussola.	=	32. 01 NO

CAPITOLO X.

Del modo di determinare la latitudine a mare.

SEZIONE I.

Introduzione.

884. Diversi metodi vi sono per determinare la latitudine della nave nel corso della sua navigazione. Sarebbe cosa inutile il trattenerci sull' esame di tutti: ci contentiamo esporne solamente cinque di essi, per essere i più semplici, ed i più soddisfacenti a' bisogni dell'uomo di mare.

885. I metodi prescelti per conoscere la latitudine a mare sono i seguenti.

1.° Per mezzo dell' altezza meridiana, ottenuta coll' osservazione.

2°. Mediante più altezze prese, allorchè l' astro trovasi prossimamente vicino al meridiano.

3°. Coll' aiuto di due altezze di un medesimo astro posto fuori del meridiano, e dell' intervallo di tempo tra le due osservazioni.

4°. Per le altezze di due astri, prese instantaneamente.

5°. Per mezzo di due altezze dell'istesso astro, molto vicino l' una all' altra.

Nell' esporre il metodo per determinare la longitudine osservata, esibiremo un'altro mezzo per determinare la latitudine.

886. Il primo de' metodi enunciati è il più semplice, ed il più usato nella pratica, il secondo è suscettibile di dare la maggior precisione, se si avrà la cura di osservare il maggior numero possibile di altezza, dall'uno e dall'altro lato del meridiano. Per li tre ultimi, quantunque essi non giungono al grado di precisione de' primi due, sono però di grande utilità a mare, allorchè si è perduto di vista il sole nell' avvicinarsi al meridiano.

SEZIONE II.

Della maniera di determinare la latitudine della nave per mezzo dell' altezza meridiana, ottenuta dalle osservazioni.

887. Si osserverà l' altezza meridiana dell' astro (503); si applicheranno a questa le convenevoli correzioni per aversi l' altezza vera, e si prenderà dell' ultima il complemento a 90°, onde aversi la distanza dell' astro allo zenit, nel momento che passa pel meridiano.

Si calcolerà la declinazione dell' astro per l' istante del suo passaggio pel meridiano, ridotto per Parigi, e si osserveranno le seguenti regole.

1.° Se la declinazione dell' astro, e l' ombra dell' osservatore (nota al n.° 398) sono di specie opposta, e la distanza dallo zenit è maggiore della declinazione, in tal caso la differenza tra la distanza dallo zenit, e la declinazione, esprimerà la latitudine dell' osservatore della specie opposta a quella della declinazione.

2.° Se la declinazione dell' astro, e l' ombra dell' osservatore sono della stessa denominazione, amendue boreali, o amendue australi, in questo secondo caso la di loro somma indicherà la latitudine del luogo di specie comune all' ombra, ed alla declinazione.

3.° Se la declinazione dell' astro, e l' ombra dell' osservatore sono di differenti specie, e la distanza dallo zenit è minore della declinazione, in questo terzo caso la differenza tra la distanza dallo zenit e la declinazione, dinoterà la latitudine del luogo della specie istessa di quella della declinazione.

4.° Se l' astro, che non tramonta, si ritrova nella sua altezza meridiana inferiore, in questo quarto caso il supplemento a 180° della somma della declinazione dell' astro e della sua distanza dallo zenit, dinoterà la latitudine del luogo della specie medesima della declinazione.

888. In conferma delle regole adottate nel numero precedente, guardasi la fig. 25, nella quale HZO rappresenta il meridiano del luogo, HOR l' orizzonte, EQ l' equatore, Z lo zenit, e P il polo elevato.

1.° Per verificarsi il caso, che l' ombra dell' osservatore, e la declinazione dell' astro, siano di diversa denominazione, ed inoltre a ciò che la distanza dell' astro allo zenit sia maggiore della declinazione, deve l' astro nel passare pel meridiano ritrovarsi in S, fra l' orizzonte e l' equatore celeste; e perciò $ZE = ZS - ES$, cioè la latitudine del luogo è uguale alla distanza dell' astro allo zenit, diminuita della declinazione, ed è della specie dell' ombra.

2.° Se la declinazione dell' astro, e l' ombra dell' osservatore sono della stessa specie; in tal caso l' astro passa pel meridiano per S', tra l' equatore e lo zenit; e perciò $ZE = ZS' + S'E$; cioè che la latitudine del luogo espressa da ZE è uguale alla declinazione dell' astro dinotata da S'E, più la distanza dallo zenit disegnata da ZS'; ed è chiaro che la latitudine è della specie comune all' ombra, ed alla declinazione.

3.° Se la declinazione, e l'ombra sono di specie differente, e la declinazione è maggiore della distanza dallo zenit, l'astro passa pel meridiano nel punto A' tra lo zenit ed il polo elevato; e perciò ZE = EA' — ZA'; cioè che la differenza tra la declinazione, e la distanza allo zenit dinota la latitudine del luogo della specie della declinazione.

4.° In fine se l'astro gira nell'emisfero visibile per un parallelo non tagliato dall'orizzonte, e trovasi in A', ove ha la sua altezza meridiana inferiore, in tal caso è chiaro che l'astro passa pel meridiano tra l'orizzonte ed il polo elevato; e perciò ZE = EQ = 180° — (QA' + ZA'); cioè che presa la somma di QA' declinazione dell'astro, e di ZA' distanza dallo zenit, e tolta da 180°; si avrà per residuo la latitudine del luogo della stessa specie della declinazione dell'astro.

Esempio I.

889. Stando nella longitudine 12°. 30' E, a mezzodì del giorno 4 novembre 1840, coll'occhio elevato sull'orizzonte di 22 piedi, con un sestante di cui l'errore d'indice è di 3'. 40" sottrattivi, si è presa l'altezza meridiana dell'orlo inferiore del sole di 36°. 54'. 20", coll'ombra boreale. Si domanda la latitudine della nave.

Altezza meridiana istrumentale ☉	=	36°.54',20"
Errore d'indice	= —	3. 40
Altezza osservata	=	36. 50. 40
Depressione dell'orizzonte per 22 piedi . .	= —	4. 43.96
Altezza apparente ☉	=	36. 45. 56,04
Rifrazione — Parallasse	= —	1. 10. 8
Altezza vera ☉	=	36. 44. 45.96
Semidiametro	= +	16. 10.07
Altezza vera del centro.	=	37. 00. 55.89
Distanza allo zenit, ombra boreale	=	52. 59. 04.11
Declin. a mezzodì, ridotto per Parigi. . . .	= —	15. 29. 30.8 A
Latitudine della nave.	=	37. 29. 33.31 B

Esempio II.

890. Posto essersi misurata l'altezza meridiana dell'orlo inferiore del sole, che poi corretta n'è risultata l'altezza meridiana vera di 41°. 35'. 38", coll'ombra australe; e supposto essere la declinazione del sole nel momento dell'osservazione di 13°. 28' N. Si domanda la latitudine della nave.

Altez. merid. vera ☉. . . . . = 41°.35'.48"

Dist. dallo zenit, ombra australe. . . . = 48. 24. 12
Declinazione del sole . . . . =— 13. 28. N

Latitudine della nave . . . . = 34. 56. 12 S

Esempio III.

891. Suppongasi essersi presa l'altezza meridiana osservata del sole, che poi corretta sia di 61°.37'.28", coll'ombra boreale; e supposta la declinazione nell'istante dell'osservazione di 14°. 28'. 35" N. Si domanda la latitudine della nave.

Altezza vera meridiana ☉. . . . . = 61°.37'.28"

Dist. dallo zenit, ombra boreale . . . . . = 28. 22. 32
Declinazione del sole. . . . . =+ 14. 28. 35 N

Latitudine della nave. . . . . = 42. 51. 07 N

Esempio IV.

892. Immaginiamo essere l'altezza meridiana vera del sole di 52°. 26', l'ombra australe, e la declinazione del medesimo nel momento dell'osservazione essere di 9°. 48'. 28" S. Si domanda la latitudine della nave.

Altezza vera meridiana ☉ . . . . = 54°.26'

Dist. dallo zenit, ombra australe. . . . . . . = 35. 34
Declinazione del sole . . . . =+ 9. 48. 28 S

Latitudine della nave . . . . = 45. 22. 28 S

Esempio V.

893. Sia per supposizione l'altezza vera meridiana del centro del sole di 78°. 57'. 26", l'ombra australe, e la declinazione di tale astro di 22°. 25'. 32" N. Si domanda la latitudine della nave.

Altezza meridiana ☉ . . . . = 78°.57'.26"

Dist. dallo zenit, ombra australe . . . . =— 11. 02. 34
Declinazione. . . . . = 22. 25. 32 N

Latitudine della nave. . . . . = 11. 22. 58 N

Esempio VI.

894. Sapponiamo essersi avuta dall' osservazione l'altezza meridiana vera di Sirio di 81°. 35'. 28", l'ombra boreale, e la declinazione della stella osservata nell'istante dell'osservazione sia di 16°. 30'. 6" australe. Si domanda la latitudine della nave.

Altezza vera meridiana di Sirio . . . . . . =	81°.35'.28"
Dist. dallo zenit, ombra boreale . . . . . . =—	8. 24. 32
Declinazione australe . . . . =	16. 30. 6
Latitudine della nave . . . . =	8. 05. 34 Sud

Esempio VII.

895. Supposto ritrovarci in una posizione di sfera, in cui il sole non tramonta, e che la sua altezza vera meridiana inferiore sia di 11°. 13'. 40", mentre la sua declinazione è di 21°. 35' N. Si domanda la latitudine della nave.

Altezza vera merid. inferiore ☉ . . . . . . =	11°.13'.40"
Distanza dallo zenit. . . . . =	78. 46. 20
Declinazione boreale. . . . . =+	21. 35
Somma . . . . . =	100. 21. 20
Tolta da.	180.
Latitudine della nave . . . . =	79. 38. 40 N

Esempio VIII.

896. Pongasi essersi avuta l' altezza vera meridiana inferiore di una stella di 37°. 45'. 20", mentre la declinazione di tale stella era di 57°. 14'. 4" B. Si domanda la latitudine della nave.

Altezza meridiana vera ✳ . . . . =	37°.45'.20"
Distanza dallo zenit . . . . =	52. 14. 40
Declinazione boreale . . . . =+	57. 14. 04
Somma . . . . . . =	109. 28. 44
Tolta da.	180
Latitudine della nave . . . . =	70. 31. 16 B

897. Dovendosi determinare la latitudine per mezzo dell' altezza meridiana della luna, o di un pianeta qualunque, bisogna in prima calcolare l' ora del passaggio della luna, o del pianeta pel meridiano del luogo, onde potersi determinare la declinazione di un tale astro per l' istante dell' osservazione; indi qualche minuto prima dell' ora calcolata si disporrà l' occorrente per osservare l' altezza meridiana; e per tutto il resto, bisogna conformarsi alle regole di sopra esposte.

Esempio.

Nel dì 8 novembre 1840, stando nella longitudine 38°.30′ O, si è presa l' altezza meridiana dell' orlo inferiore della luna, che corretta n' è risultata l' altezza meridiana vera di 38°. 41′ coll' ombra boreale. Si domanda la latitudine della nave.

Ora del passag. della luna pel merid. = 11^{or}.59′,44″
Decl. a 11^{or}.59′,44″ ridot. a Parigi = 18°.40′.51″,7 B

Altezza meridiana vera della luna	=	38°, 41′
Dist. dallo zenit, ombra boreale	=	51, 19
Declinazione boreale	= +	18. 40. 51″,7
Latitudine della nave	=	69, 59, 51, 7 N

898. Per riguardo alle stelle, sarebbe cosa non necessaria il determinare l' ora del passaggio della stella pel meridiano, poichè la loro declinazione non cambiando sensibilmente da un giorno all' altro, basta il ricercarla pel giorno dato (a).

SEZIONE III.

Del modo di determinare la latitudine della nave per mezzo delle altezze del sole, prese prossimamente vicino al meridiano.

899. Supponiamo in prima il caso in cui siasi presa una sola altezza nell' approssimarsi del sole al meridiano; e dopo parleremo del caso in cui si sono prese più altezze circum-meridiane.

900. Tra i sette ed otto minuti prima, o dopo mezzodì, si osserva l' altezza del sole, e si conchiude per l' altezza vera (662). Indi si calcolerà la quantità che bisogna aggiungere a tale altezza per aversi l' altezza meridiana, mediante la seguente formola

(a) Se l' astro è privo di declinazione, è manifesto essere in tal caso la latitudine del luogo eguale al complemento dell' altezza meridiana dell' astro; e se l' altezza meridiana è di 90°, è chiaro essere la latitudine dell' osservatore eguale alla declinazione dell' astro.

$$\text{sen}\,x = \frac{2\,\text{sen}^2\,\frac{1}{2}\,P\,\cos L\,\cos d}{\cos A}$$

Nell'esposta formola, con A si esprime l'altezza vera, con P l'angolo orario corrispondente, con L la latitudine stimata, con d la declinazione, e con x la quantità che dev' essere aggiunta all'altezza A per aversi l'altezza meridiana.

Di fatti dinotandosi con m l'altezza meridiana, si avrà $m = A + x$ ed in conseguenza

$$\text{sen}\,m = \text{sen}\,(A + x) = \text{sen}\,A\cos x + \text{sen}\,x\cos A$$

dunque $$\text{sen}\,m = \text{sen}\,A\cos x + \text{sen}\,x\cos A\,;$$

or essendo la quantità x molto piccola, si avrà $\cos x = R = 1$; e perciò l'ultima equazione diverrà

$$\text{sen}\,m = \text{sen}\,A + \text{sen}\,x\cos A\,;$$

laonde $$\text{sen}\,x = \frac{\text{sen}\,m - \text{sen}\,A}{\cos A} \;.\;.\;.\;.\; P$$

posto ciò sia S' il luogo per ove il sole passa pel meridiano (fig. 64), si avrà

$$\text{sen}\,m = \cos S'Z = \cos(S'P - ZP) = \cos S'P\cos ZP + \text{sen}\,S'P\,\text{sen}\,ZP$$

quindi $$\text{sen}\,m = \cos S'P\cos ZP + \text{sen}\,S'P\,\text{sen}\,ZP\,;$$

ed esprimendosi con L' la latitudine della nave, allorchè il sole segna il mezzodì, con d' la sua declinazione in tale istante, si avrà

$$\text{sen}\,m = \text{sen}\,L'\,\text{sen}\,d' + \cos L'\cos d'\,;$$

e sostituendo nella equazione P, in luogo di sen m, il suo equivalente ottenuto nell'ultima equazione, avremo

$$\text{sen}\,x = \frac{\text{sen}\,L'\,\text{sen}\,d' + \cos L'\cos d' - \text{sen}\,A}{\cos A} \;.\;.\;.\;.\; Q$$

A rigore questa formola sarebbe sufficiente a dare il valore di x, perchè le quantità che compongono il secondo membro possono essere riguardate come note, poichè essendosi presa l'altezza A prossimamente vicina al meridiano, ne risulta che le quantità L', e d' non possono differire sensibilmente da quelle di L e d: ma siccome i logaritmi non possono esservi adoprati, perciò noi sostituiremo in essa in luogo di sen A,

un valore che ci accingiamo a ricercare, da non alterare l'equazione, ma da renderla calcolabile coi logaritmi.

Pongasi S (fig. 64), essere il luogo ove era il sole nell' istante dell' osservazione: si descrivono il cerchio di declinazione PSB, ed il verticale ZSA; e perchè nel triangolo ZSP si suppongono noti i lati ZP, e PS, nonchè l'angolo P compreso da'medesimi lati, si ha la seguente formola

$$\cos ZS = \cos P \operatorname{sen} ZP \operatorname{sen} SP + \cos ZP \cos SP$$

e quindi $\quad \operatorname{sen} A = \cos P \cos L \cos d + \operatorname{sen} L \operatorname{sen} d;$

sostituendo questo valore di A nell'equazione Q, otterremo

$$\operatorname{sen} x = \frac{\operatorname{sen} L' \operatorname{sen} d' + \cos L \cos d - \cos P \cos L \cos d - \operatorname{sen} L \operatorname{sen} d}{\cos A}$$

e per esprimere L' e d' sensibilmente le stesse quantità che L e d, sarà

$$\operatorname{sen} x = \frac{\cos L \cos d - \cos P \cos L \cos d}{\cos A}$$

ovvero $\quad \operatorname{sen} x = \frac{(1 - \cos P) \cos L \cos d}{\cos A};$

ma $\quad 1 - \cos P = \operatorname{sen\ verso} P.$

Dunque $\quad \operatorname{sen} x = \frac{\operatorname{sen\ verso} P \cos L \cos d}{\cos A}$ (a);

e perciò $\quad \operatorname{sen} x = \frac{2 \operatorname{sen}^2 \frac{1}{2} P \cos L \cos d}{\cos A}.$

901. Nel metodo in esame si suppone che si conosca l'angolo orario corrispondente all'altezza osservata: si potrà facilmente ottenere tale elemento, mediante un buon orologio a secondi, e con miglior successo mediante una mostra marina, di cui si sarà determinato l'acceleramento,

(a) Sia l'arco AFE=P (fig.65), si tiri la corda AE, e su di essa si abbassi dal centro C la perpendicolare CD; sarà AF = $\frac{1}{2}$ P, ed AD=sen $\frac{1}{2}$ P. Or nei triangoli simili ABE, ADC si ha che

AE : AB : : AC : AD

o . . . : . . . . . . 2 sen $\frac{1}{2}$ P : s. v. P : : 1 : sen $\frac{1}{2}$ P ,

o in vece $\quad$ 1 : sen $\frac{1}{2}$ P : : 2 sen $\frac{1}{2}$ P : s. v. P

Dunque $\quad$ sen verso P = 2 sen $\frac{1}{2}$ P × sen $\frac{1}{2}$ P = 2 sen^2 $\frac{1}{2}$ P.

o il ritardamento sul tempo vero, per mezzo di osservazioni dirette alle altezze del sole, fatte nella mattina del giorno medesimo, e nelle circostanze favorevoli.

902. Determinato che sarà lo stato della mostra per rapporto al tempo vero del luogo, ove è stata regolata la stessa, si conchiuderà l'ora che la medesima marcava nel mezzodì di quel luogo stesso. Si aggiungerà a tale ora il cambiamento in longitudine fatto sino al luogo delle osservazioni per ottenere la latitudine, se questo è ad ovest di quello in cui si è regolata la mostra, e si avrà ad un dipresso l'ora che la mostra deve segnare a mezzodì del luogo di arrivo. Se poi il luogo di cui si cerca la latitudine è ad est dell'altro, bisognerà toglierne la differenza de' meridiani.

Si prende la differenza tra l'ora che la mostra segnar deve a mezzodì del luogo in cui si cerca la latitudine e l'ora ch' essa segna nell' istante dell' osservazione, onde aversi l' angolo orario del sole in tempo. Si ridurrà tale tempo in gradi, e si applicherà alla formola esposta.

Esempio.

903. Suppongasi essersi verificato che la mostra marina nel luogo ov'è stata regolata ritardava di 1^{or}.55'.55" sul tempo vero. Poco prima di mezzodì del giorno 13 marzo 1840, stando nella latitudine per istima di 37°. 22' S, e nella longitudine 51°.6'. 50" E, si è osservata l'altezza dell' orlo inferiore del sole di 55°. 40', l'errore dell' istrumento era di 4' additivi, l' elevazione dell' occhio di 18 piedi, l'ombra australe, ed il luogo dell' osservazione sia di 16'. 15" da est di quella ov'è stata regolata la mostra, la quale nell' ultima osservazione marcava le 10^{or} del mattino. Si domanda la latitudine vera.

$$\text{sen}\, x = \frac{2\, \text{sen}^2 \frac{1}{2} P \cos L \cos d}{\cos A}$$

Ritardamento della mostra sul tempo vero nel luogo ov'è stata regolata . . . . . =−	1^{or}. 55'. 55"
	12
Ora che dovea segnare a mezzodì in quel luogo =	10. 04. 05
Dist. dal merid. della mostra = 16'. 15" E . . =−	0. 01. 05
Ora della mostra a mezzodì nel 2.° luogo. . . . =	10. 03. 00
Ora della mostra nell' osservazione. . . . . . . =	10
Angolo orario del sole = 0°. 45' . . . . =	0. 3. 00

Declin. del sole per 11^{or}.57' rid. a Parigi = 2°.50'. 1". 6 A
Altezza vera . . . . = 55. 55. 14, 44

Log. 2 . . . . = 0. 30103
Log. sen. . . . . . . 22′. 30″ . . = 7. 81591
Log. sen. . . . . . . 22. 30. . . = 7. 81591
Log. cos. . . . 37°. 20. . . . . = 9. 90043
Log. cos. . . . . 2. 51. 2. . . = 9. 99947
Comp.arit.log.cos. 55. 55. 14 . . . = 0. 25155

Som.—30=log.sen. x=25″, 05 = 6. 08430	
Altezza vera . . . . =	55°.55′.14″,44‴
Quantità aggiuntiva . . . . =	25, 05
Altezza meridiana. . . . . =	55. 55. 39,.49
Tolto da	90
Distanza dallo zenit, ombra australe. . =	34. 04. 20, 51
Declinazione sud . . . . = +	2. 50. 1, 6
Latitudine della nave sud . . . . =	36. 54. 22, 11

904. Del resto i marini colle tavole XIV e XV determinano la quantità, che bisogna aggiungere all'altezza presa in un'istante prossima al mezzodì, onde avere dalla somma l' altezza meridiana.

La prima di tali tavole ha per argomento la latitudine del luogo e la declinazione del sole; ed il numero della medesima che corrisponde ai proposti elementi, darà la correzione che bisognerebbe applicare ad un' altezza presa un minuto prima o dopo il passaggio pel meridiano. La seconda tavola porta per argomento l'intervallo di tempo tra il mezzodì, e l'ora dell'osservazione, e da essa si ha la quantità per la quale bisogna moltiplicare il numero preso dalla tavola XIV; poichè il prodotto di risulta indica la correzione che conviene all'altezza proposta per aversi l'altezza meridiana.

La quantità ottenuta dalla XV tavola, non è altro che il quadrato dell'intervallo di tempo tra il mezzodì e l'ora dell'osservazione.

905. Per trovare coll' aiuto delle tavole XIV, XV le correzioni che convengono alle altezze osservate, pochi minuti prima o dopo mezzodì, e poi corrette, si procederà nel seguente modo:

1.° Si entrerà nella prima tavola con la latitudine stimata, e colla declinazione dell'astro, e se ne prenda il numero corrispondente.

2.° Si entrerà nella tavola XV con l' angolo orario in minuti e secondi di tempo, e prendendone il numero corrispondente, si moltiplicherà questo per quello avuto dalla tavola XIV; il prodotto farà conoscere la quantità che bisogna aggiungere all'altezza vera ottenuta, onde aversi l'altezza meridiana.

Di fatti per la quantità d'aggiungersi l' altezza A, onde aversi l'altezza meridiana, si è stabilito (900).

$$\text{sen}\, x = \frac{2\,\text{sen}^2 \frac{1}{2} P \cos L \cos d}{\cos A};$$

per un' altra altezza espressa con A' si avrebbe parimenti

$$\text{sen}\, x' = \frac{2\,\text{sen}^2 \frac{1}{2} P' . \cos L' \cos d'}{\cos A'}.$$

È chiaro che l'esposte due equazioni danno la seguente proporzione

$$\text{sen}\, x : \frac{2\,\text{sen}^2 \frac{1}{2} P \cos L \cos d}{\cos A} :: \text{sen}\, x' : \frac{2\,\text{sen}^2 \frac{1}{2} P' \cos L' \cos d'}{\cos A'};$$

ed avendosi riguardo che possono considerarsi come eguali i coseni delle due altezze, essendo molto prossime l' una all' altra ed all' altezza meridiana; ed inoltre che nel piccolo intervallo di tempo fra le due supposte altezze. la latitudine e la declinazione non possono variare sensibilmente, perciò sarà

$$\text{sen}\, x : \text{sen}\, x' :: \text{sen}^2 \tfrac{1}{2} P : \text{sen}^2 \tfrac{1}{2} P';$$

d'altronde per la piccolezza degli angoli P, e P', gli archi che li misurano si confondono co' loro seni, sarà perciò

$$\text{sen}\, x : \text{sen}\, x' :: \tfrac{1}{4} P^2 : \tfrac{1}{4} P'^2,$$

Supponiamo intanto essere P' di un minuto di tempo, sarà x' la quantità ritrovata nella tavola XIV; e quindi l'ultima proporzione diverrà

$$x : x' :: P^2 : 1,$$

e perciò $\quad 1 : P^2 :: x' : x$

laonde $\quad x = x' \times P^2,$

vale a dire, che la correzione che conviene all'altezza A, è uguale alla correzione che converrebbe all'altezza A', presa un minuto prima o dopo mezzodì, moltiplicata per lo quadrato dell'angolo orario espresso in tempo, corrispondente all'altezza A.

906. Applicando l' uso delle tavole XIV, XV all' esempio del numero 903, si avrà

Correzione per 1' prima o dopo mezzodì =	2", 8
Quadrato dell' interv. moltiplicatore. . =	9
Prod. per la correz. dell'altezza . . . . . =	25, 2
Altezza vera . . . . = +	55°. 55'. 14, 44
Altezza meridiana ☉. . . . . =	55. 55. 39. 64
Tolta da	90
Dist. dello zenit, ombra austr. . . . . . =	34. 04. 20, 36
Declinazione sud . . . . = +	2. 50. 1, 6
Latitudine della nave S. . . . . =	36. 54. 21, 96

907. Nella tavola XIV si vedono delle caselle vuote e segnate con una stella; allorchè la quantità che si cerca cade in una di tali caselle, o tra una di esse e la vicina, non si deve far uso del metodo delle tavole, poichè il sole passando per lo zenit, o per un punto prossimamente vicino ad esso, non può considerarsi che le quantità x ed x' siano proporzionali ai quadrati degl' intervalli di tempo fra il mezzodì, e le osservazioni.

908. Volendosi un risultamento di maggior precisione, si prendono prima, o dopo mezzodì delle altezze del sole nel maggior numero possibile, e nell'intervallo di 14 a 16 minuti, con incominciare le osservazioni 7' a 8' prima di mezzogiorno, e con terminarle 7 a 8 minuti dopo. Si prende la somma di tutte le altezze, e si divide pel numero delle osservazioni fatte, onde aversi l' altezza media; alla quale si applicano le correzioni convenevoli per aversi l' altezza vera. Per ottenere la quantità d' aggiungersi all' ultima altezza, onde determinare l'altezza meridiana, si avrà la cura di notare l'ora, e minuti di ciascuna osservazione, onde ricavarne l' intervallo di tempo tra l' ora dell' osservazione ed il mezzodì: si elevano a quadrati tal' intervalli, si riuniscono in una somma, la quale divisa pel numero delle osservazioni, darà il quadrato dell' intervallo di tempo tra l' ora dell' altezza media ed il mezzodì: con tale risultamento medio si cercherà quale correzione dovrà applicarsi all'altezza vera media, sia mediante la formola, sia coll'aiuto della tavola XIV; e poi si completerà il calcolo come ordinariamente si è praticato.

909. Nel metodo in esame, adoprando più altezze come si è detto nel numero precedente, non vi è pericolo d' incorrere in errore sensibile, proveniente dall' ora che segnar deve la mostra a mezzodì, nel caso che questa non sia stata calcolata con una rigorosa esattezza. Poichè l' errore commesso per tale ora può essere in più o in meno; supponiamo che sia stato in più di ½ minuto per esempio, in tal rincontro gli angoli orari corrispondenti alle osservazioni del mattino sa-

ranno troppo grandi di $\frac{1}{2}$ minuto ; mentre gli angoli orarî corrispondenti alle altezze della sera, saranno troppo piccoli anche di $\frac{1}{2}$ minuto. Per la qual cosa le correzioni che si applicano alle altezze della sera sono approssimativamente della stessa quantità di quelle corrispondenti alle altezze del mattino, quindi vengono tali errori ad esser compensati ed eliminati. Inoltre è manifesto che possiamo dispensarci di applicare le correzioni a tutte le altezze prese, ed in vece determinata che sarà la media di tali altezze, con fare nella stessa le correzioni che le convengono, si avrà l'altezza media corretta; ben inteso che le altezze debbono esser prese prima e dopo mezzodì, e dello stesso numero se è possibile.

Esempio.

910. Nel meridiano della mostra marina, si è verificato che tale cronometro avanzava di $2^{or}.\ 16',\ 20''$ sul tempo vero.

Nel giorno 12 settembre 1840, il naviglio essendosi avanzato in differenza di longitudine per $11'.\ 30''$ O, si ritrovava nella latitudine per istima di $40°.31'$ N, e nella longitudine $40°.12'$ O; l'occhio era elevato sull'orizzonte di 24 piedi, e l'errore dell'istrumento era di $7'.\ 20''$ sottrattivi; si sono fatte le seguenti osservazioni. Si domanda la latitudine vera della nave.

Altezze ☉	Ore della mostra	Angoli orari	Quadrati degl'intervalli
53°.38'. 12"	2^or^. 12'. 24"	4'. 42"	22, 1
53. 38. 36	2. 13. 50	3. ,16	10, 7
53. 38. 44	2. 15. 20	1. 46	3, 1
53. 38. 44	2. 15. 20	1. 46	3. 1
53. 38. 40	2. 19. 20	2. 14	5
53. 38. 33	2. 21. 06	4	16
321. 51. 29		17. 44"	60
53. 38. 35		2. 57, 30	10

Acceleram. della mostra sul tempo vero ov'è stata regolata $= 2^{or}.16'.20''$

Ora che segnar deve a mezzodì in quel luogo = 2.16.20
Differ. dei merid. per 11'.30'' O. . . . . = + 46

Ora della mostra a mezzodì del 2.° luogo = 2.17.06

Altezza vera . . . . = 53°.41'.43''.
Correzione all'altezza. . . . . = + 25.

Altezza meridiana . . . . = 53.42.08.

Distanza dallo zenit ombra boreale = 36.17.52
Declinaz. del sole boreale. . . . . = + 4. 1.37,6

Latitud. della nave N. . . . . . . = 40.19.31,60

SEZIONE IV.

Del modo di determinare la latitudine per mezzo di due altezze del sole, e dell'intervallo di tempo tra le osservazioni.

911. 1.° Si prendono due altezze dell'orlo inferiore del sole, sia prima, sia dopo mezzodì, o pure una prima, e l'altra dopo mezzodì, e si noterà con scrupolosità l'ora che marca la mostra nell'istante di ciascuna osservazione. Nell'osservare la più piccola altezza da un luogo diverso di quello della prima, si rileverà contemporaneamente il sole al compasso di variazione. Si correggeranno le due altezze, e se ne prenderanno i complementi, onde avere le distanze vere dallo zenit.

2.° Si ridurrà in gradi l'intervallo di tempo decorso fra le due osservazioni, e se ne prenderà la metà. Se la mostra per la sua marcia diurna varia sensibilmente dal vero tempo, bisogna correggere l'intervallo enunciato della parte proporzionale dell'acceleramento, o ritardamento diurno della mostra, che al medesimo intervallo corrisponde.

3°. All'ora della minore altezza si aggiungerà o si toglierà il semintervallo di tempo decorso fra le due osservazioni a misura che crescono o diminuiscono le altezze, ed in corrispondenza dell'ora di risulta, dopo averla ridotta per Parigi, si calcolerà la declinazione del sole, onde conchiudersi per la distanza polare.

4°. Indi si procede al calcolo della latitudine, il quale si riduce alla risoluzione di tre triangoli sferici.

Di fatti sieno S, ed S' (fig. 66. 67) i luoghi del sole, ove si ritrova in S nella piccola, ed in S' nella grande altezza; per tali punti si fa passare l'arco SS' di cerchio massimo; e per li medesimi punti si menano i cerchi verticali ZSA, ZSR, come pure i cerchi di declinazione PSD, e PS'C.

Presa la declinazione media tra quelle corrispondenti alle due osservazioni, ed adoprandola per l' una e l' altra posizione del sole, ne risulta che il triangolo PS'S è isoscele; e per risolverlo si mena pel polo P l'arco di cerchio massimo PB, perpendicolare all'arco SS', il quale ne sarà diviso in due parti eguali nel punto B.

Or dinotandosi con D la distanza polare, con t l'intervallo di tempo tra le due osservazioni, che ridotto in gradi viene rappresentato da S'PS, si avrà che nel triangolo SPB rettangolo in B sono noti SP e l' angolo SPB; e perciò

$$1 : \text{sen} \tfrac{1}{2} t :: \text{sen D} : \text{sen} \tfrac{1}{2} SS'$$

quindi $$\text{sen} \tfrac{1}{2} SS' = \text{sen D} \times \text{sen} \tfrac{1}{2} t \quad . \ . \ . \ . \quad (A)$$

e nello stesso triangolo

$$\cos D : 1 :: \cot \tfrac{1}{2} t : \text{tang.} PSS'$$

dunque $$\text{tang.}\ PSS' = \frac{\cot \frac{1}{2} t}{\cos D}; \quad . \ . \ . \ . \ . \quad (B)$$

in oltre essendo noti i lati del triangolo ZSS', si potrà determinare l' angolo ZSS' mediante la nota formola

$$\text{sen} \tfrac{1}{2} ZSS' = \sqrt{\frac{\text{sen} \frac{1}{2}(ZS'+ZS+SS')-ZS \times \text{sen} \frac{1}{2}(ZS'+ZS+SS')-SS' \times R^2}{\text{sen}\ ZS + \text{sen}\ SS'}}$$

Ciò posto è chiaro che se il sole passa pel meridiano dal lato dello zenit verso il polo depresso (fig. 66), si avrà ZSP = PSS' — ZSS'.

Se poi il sole passa pel meridiano dal lato del polo elevato (fig. 56) si avrà ordinariamente ZSP = PSS' + ZSS' (a).

Finalmente nel triangolo ZSP, essendo noti i due lati ZS, ed SP, non che l'angolo compreso ZSP, si potrà determinare il terzo lato ZP, il di cui complemento esprimerà la latitudine del luogo; ed osservandosi a mare le due altezze da due luoghi differenti, tale latitudine sarà quella del luogo della più grande altezza, allorchè si è ridotta la più piccola altezza al luogo della più grande, come si dirà da qui a poco.

Esempio.

912. Nel dì 11 ottobre 1840 alle 11^{or}. 57' del mattino in tempo vero, stando nella latitudine per istima 35°. 38'. 17" S, e nella longitudine 31°. 22' E, l' occhio elevato di 20 piedi, si è osservata l' altezza dell'orlo inferiore del sole di 61°.04', mentre la mostra marina segnava

(a) Nella fig. 56, l'astro si suppone in A che abbia la posizione S della fig. 66.

1^or^. 25′. 30″ della sera. Indi alle 3^or^. 43′, 49″ della stessa mostra si è osservata una seconda altezza, anche dell'orlo inferiore del sole di 47°. 27′. 30″. Si domanda la latitudine vera.

Preparazione del calcolo.

	1^a^. *Altezza*		2^a^. *Altezza*
Altezza osserv. . . =	61°.04′	. . . =	47°.27′.30″
Depress. per 20^p^ . = −	4. 32	. . . = −	4, 32
Altezza appar. . . . =	60. 59. 28	. . . =	47. 22. 58
Rifraz. — Parall. . = −	28,3	. . . = −	47, 6
Altezza vera ☉ . . =	60. 58. 59,7	. . . =	47. 22. 10, 4
Semidiametro . . . = +	16. 4,17	. . . = +	16. 4,17
Alt. vera del cent. . =	61. 15. 03, 87	. . . =	47. 38. 14,57
Distanza dallo zenit =	28. 44. 56	. . . =	42. 21. 45

Ore della mostra marina	1.^a^ Osservaz. . . . . . = −	1^or^.25′.30″
	2.^a^ Osservaz. . . . . . =	3. 43. 49
Intervallo fra le osservazioni. . . . . . . =		2. 18. 19
Semintervallo = 17°.17′.22″.30‴. . . . =		1. 09. 09. 30

T.V.A.1.^a^ osserv. ottobre 10 a	23. 57
Differenza de' merid. . . . . . = −	2. 5. 28
T.V.Astr. ottobre 10 per Parigi.	21^or^.51′.32″
Equazione del tempo. . . . . = −	14. 53, 4
T.M. Astr. per Parigi ottobre 10 a	21^or^.36′. 38″, 6
Seminterv. fra le due osserv. . . = +	1. 9. 9, 5
Ora med. T.M.A. Parigi ottobre 10 a	22. 45. 48. 1

Declin. per l'ora med. rid. a Parigi . . . . = 7° .08′. 10″ S
Distanza polare = D. . . . . = 82. 51. 50

Si determini SS′.

$$R : \text{sen}\ \tfrac{1}{2}\ t :: \text{sen}\ D : \text{sen}\ \tfrac{1}{2}\ SS'$$

Log. sen $\frac{1}{2}$ t = 17°. 17′. 23″ = 9. 47305
Log. sen D = 82. 51. 50 =+9. 99663

Som—R=Log.sen.$\frac{1}{2}$ SS′ = 17. 09. 6 = 9. 46968

SS′ = 34. 18. 12

Si determini PSS′.

$$\cos D : R :: \text{cot.}\ \tfrac{1}{2}\ t : \text{tang. PSS}'.$$

Log. Cot $\frac{1}{2}$ t + 10. . . . . = 20. 50687
Log. Cos D. . . . . =— 9. 09422

Tang PSS′ = 87°. 47′. 8″. . . . . = 11. 41265

Si determini ZSS′.

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2}\ ZSS' = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \frac{1}{2}(ZS'+S'S+ZS)-S'S \times \text{sen}\ \frac{1}{2}(ZS'+S'S+ZS)-ZS \times R^2}{\text{sen}\ S'S \times \text{sen}\ ZS}}$$

ZS′ = 28. 44. 56
SS′ = 34. 18. 12 = comp.arit.log.sen . . . . = 0.24905
ZS = 42. 21. 45 = comp.arit.log.sen . . . . = 0.17145

Som. = 105. 24. 53
$\frac{1}{2}$ Som. . . . = 52. 42. 27
$\frac{1}{2}$ Som.—SS′ = 18. 24. 15 . . . . log. sen. . . . . = 9.49930
$\frac{1}{2}$ Som.—ZS = 10. 20. 42 . . . . log. sen. . . . . = 9.25424

Somma : . . . . = 19.17404
Log sen $\frac{1}{2}$ ZSS′ = 22°.34′. 46″ . . . . . . = 9.58702

ZSS′ = —45. 27. 32
PSS′ = 87. 47. 8

ZSP = 42. 19. 36

Si risolve il triangolo ZSP.

R : cos ZSP : : tang. ZS : tang. 1.° segm. di SP

Log. cos ZSP=	42°.19'. 36	. . =	9. 86884
Log. tang. ZS =	—42. 21. 45	. . =+	9. 95995
Log. tang. 1.° seg.—R=	33. 59. 15	. . =	9. 82879
PS . . . . =	82. 31. 30		
2°. seg. . . . . =	49. 48. 35		

Si determini ZP.

cos 33°.59'.15" : cos 49°.48'.35" : : cos 42°.21'.45" : cos ZP.

Log. cos 49°.48'. 35" . . . . =		9: 80978
Log. cos 42. 21. 45. . . . . =	+	9. 86858
Somma . . . . . . =		19. 67836
Log. cos. 33. 59. 15 . . . . =	—	9. 91862
Log. cos. 54. 33. 44 . . . . =		9. 75974

ZP . . . . = 54°.53'.44"
Tolta da 90

Latitudine della nave . . . . = 35. 06. 16

913. Per ottenere un risultamento di maggiore esattezza, si calcoleranno le declinazioni del sole per le ore delle due altezze, e si conchiuderà per le due distanze polari PS, e S'P (fig. 66 e 67), poi nel triangolo PSS' si determinerà l' angolo PSS' ed il lato SS' secondo le regole ordinarie della trigonometria per la risoluzione di un triangolo sferico, in cui sono noti due lati e l' angolo compreso.

914. Si è detto che l' angolo di posizione ZSP era ordinariamente uguale alla somma degli angoli PSS', e ZSS', quando il sole sarebbe passato pel meridiano dal lato del polo elevato, o che vale lo stesso allorchè la declinazione è maggiore della latitudine e dello stesso nome. A provvedere anche il caso che di rado si verifica, giova conoscere la seguente regola.

1.° Se le due altezze sono state osservate dall' istesso lato del meridiano, in tal caso l' angolo di posizione sarà uguale alla differenza, o alla somma de' due angoli al sole, secondochè l' azimutto che corri-

sponde alla piccola altezza, sarà più piccolo o più grande dell'azimutto nella più grande altezza.

2°. Se poi le due altezze sono state osservate, una ad oriente, e l'altra ad occidente del meridiano, in tal caso si prende sempre la somma degli angoli PSS' e ZSS', per aversi l'angolo di posizione ZSP.

915. Negli esempî precedenti si suppone essersi fatte le osservazioni da un medesimo luogo, ma per lo più succede che la nave nella seconda altezza si ritrova in un luogo diverso da quello ove si ritrovava nel momento della prima osservazione, bisogna dunque riportare le due altezze ad un medesimo luogo. Essendosi stabilito che col metodo in esame si determina la latitudine del luogo della più grande altezza, bisogna perciò ridurre la piccola altezza vera a quella che si sarebbe ottenuta, se l'osservazione fosse stata fatta nel luogo della grande altezza. E poichè l'osservatore passando da un luogo in un altro che non è opposto per diametro al primo, il suo orizzonte cambia di posizione a misura che cambia zenit (41), ne deriva che l'altezza misurata da un punto avanzato nella direzione dell'astro, è maggiore di quella che si verrebbe ad avere nel misurarla contemporaneamente da un punto lontano dal primo in direzione opposta a quella dell'astro. Or il numero delle miglia percorse verso l'astro o in senso direttamente contrario, si può considerare pel numero de'minuti dell'arco della sezione fatta nella superficie della terra dal verticale dell'astro, intercetto tra le linee verticali de'luoghi delle due osservazioni; dal che risulta chiaro che volendosi ridurre la piccola altezza a quella che si sarebbe ottenuta misurandola dal luogo della grande altezza, bisogna osservare le seguenti regole.

1.° Se il rombo percorso dal luogo della piccola a quella della grande altezza o da questo a quello, è nella direzione del sole o in direzione opposta, in qualunque di tali casi bisogna considerare le miglia percorse, come minuti di altezza, ed aggiungerli alla piccola altezza nel caso che il luogo di questa è dal lato del sole, e toglierli nel caso contrario.

2.° Se poi la retta del naviglio dal luogo della prima a quella della seconda osservazione, fa angolo col verticale del sole, in tal caso si determina la quantità aggiuntiva o sottrattiva, con risolvere il triangolo ABC (fig. 18) rettangolo in B, in dove A dinotando il luogo della piccola altezza, C quello della grande, AC la linea del rombo navigato, AB il rilevamento fatto al sole dal punto A; disegnerà BAC l'angolo contenuto dal rombo navigato, e da quello pel quale si è rilevato il sole, mentre l'intervallo AC esprimerà la distanza percorsa dalla prima alla seconda osservazione. Premesso ciò è manifesto che il valore di AB dinoti la quantità d'aggiungersi, o da togliersi dalla piccola altezza, secondochè il punto C si ritrova verso il sole o in direzione opposta, onde aversi la più piccola altezza ridotta al luogo C della più grande altezza, ed è chiaro altresì rimanere il punto C verso il sole, allorchè BAC che rappresenta in realtà l'angolo compreso dal rombo navigato e dal rileva-

mento del sole, è di specie acuto; e che poi il punto C rimaner debba dalla parte opposta della direzione del sole, allorchè l' angolo BAC rappresenti il supplemento dell'angolo ottuso esprimente l'angolo formato dalla direzione del sole e dal rombo navigato. In conseguenza di ciò, se l' angolo BAC è retto, in tal caso le due altezze si possono considerare come misurate da un luogo medesimo. In fine si determina AB colla seguente analogia

$$R : \cos BAC :: AC : AB ;$$

avvertendo di correggere della sola deriva il rombo navigato fra le due osservazioni, se bisogna, giacchè essendovi variazione nella bussola, siccome essa influisce sulla retta e sul rilevamento, così l' angolo BAC non ne rimane alterato.

Esempio.

916. Nel dì 9 ottobre 1840, verso le ore 10.20' del mattino in tempo vero, mentre la mostra segnava le ore 8.34'. 25", stando nella latitudine per istima di 48°.20' S, e nella longitudine 110°. 45' est, si è osservata l' altezza dell' orlo inferiore del sole di 42°. 14'. 49", mentre il sole si è rilevato per NE ¼ E 4°.4'.40" est, indi dopo navigate 27 miglia per NE del compasso, con 7°.15' di deriva alla sinistra, allorchè la mostra segnava le 11^{ore} 20'. 40" si è osservata l'altezza dell'orlo inferiore del sole di 40°. 11'. 20", l' occhio era elevato di 22 piedi. Si domanda la latitudine vera.

Preparazione del calcolo.

Rombo del compasso N E. . .	=	N 45°. E
Deriva a sinistra.	=—	7. 15'
Rombo corretto	=	N 37. 45 E
Rilevamento	=	N 60. 19. 40" E
Angolo BAC	=	22. 34. 40

Si determini la correzione alla piccola altezza per ridurla al luogo della più grande altezza.

$$R : \cos 22°.34'.40'' :: 27 : x = 24'.56''$$

Log cos 22°.34'.40"	=	9. 96537
Log. 27	=+	1. 43136
Somma — 10. . . .	=	1. 39673 log. di 24'.56"
		40

	1.° Osservaz.		2.° Osservaz.
Altezza osservata . . ☉ =	42°.14′.49″	=	45°.11′.30″
Depress. dell'orizz. . . . . =—	4.45	=	4.45
Altezza appar. . . . . . . =	42. 10.04	=	45. 06.45
Rifraz. — Parall. . . . . =—	57, 4	=—	52
Altezza vera ☉ . . . . . =	42. 09. 07,6	=	45. 05.53
Semidiam. . . . . =+	16.02,79	=+	16.02, 79
Altezza vera ☉ . . . . . =	42. 25. 10,39	=	45. 21.55, 79
Correzione . . . . =+	24.56		
Piccola altezza ridotta . . =	42. 50.06,39		
Distanza dallo zenit . . . =	47. 09.53,61	=	44. 38.04, 21

Ore della mostra { 1.ª osserv. . . . . = 8^{or}.34′.25″
marina { 2.ª osserv. . . . . = 11. 20.40

Intervallo . . . . = 2. 46.15

Semintervallo 20°.46′.53″ . . =+ 1. 23.07.30
T. V.A. della 1.ª osserv. ottob.8 a 22. 20

Ora media T.V.A.della nave ottob.8 a 23. 43. 8.
Diff. de'merid. 110°.45′ Est. =—7. 23

Ora media a Parigi T. V.A. ottobre 8 a. 16. 20.08
Equaz. del tempo. . . . . =— 12.40,84

Ora media in Parigi T.M.A. ottobre 8 a 16. 07.27,16
Declinazione del sole . . . . = 6.16.18.97 A
Distanza polare = D. . . . . = 83.43.41.03
Si risolve il triangolo PSB
Si determini $\frac{1}{2}$ SS′

R : sen $\frac{1}{2}$ *t*::sen D : sen $\frac{1}{2}$ SS′

Log sen $\frac{1}{2}$ t = 20°.46′.53″ . . . . = 9.54999
Log sen D = 83. 43.41. . . . . =+ 9.99739

Log $\frac{1}{2}$ SS′ = 20. 39.05. . . . . = 9.54738
SS′ = 41. 18. 10

Si determina PSS′

cos D : R : : cot ½ t : tang PSS′

Log cot ½ t = 20°.46′.53″+ R . . = 20.42079
Log cos D = 83. 43. 41 . . . . . . = + 9.03842

Log tang PSS′ = 87. 37. 33. . . . . . = 11.38237

Si risolve il triangolo ZSS′

Si determini l'angolo ZSS′

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2}\,ZSS' = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \tfrac{1}{2}(SS'+ZS+ZS') - SS'\ \text{sen}\ \tfrac{1}{2}(SS'+ZS+ZS') - SZ \times R^2}{\text{sen}\ SS'\ \text{sen}\ ZS}}$$

S′Z . . . . = 44°.38′.04″.21
SS′ . . . . = 41. 18. 10 comp.arit.log.sen = 0.18043
SZ . . . . = 47. 09. 53. 61 comp.arit.log.sen = 0.13471

Somma. . = 133. 06. 07. 82
½ Somma = 66. 33. 03. 91
½ Som.—SS′ = 25°.14′.53″.91 log. sen. . . . . . . = 9.62996
½ Som.—SZ = 19. 23. 10. 30 log. sen. . . . . . . = 9.52105

Somma . . . . = 19.46615
½ Som. log. sen. ½ ZSS′ = 32°.44′.27″ . . . . = 9.73307
ZSS′ = 65. 28. 54
PSS′ = 87. 37. 33

PSZ = 22. 08. 39

Si risolve il triangolo ZSP.

R : cos ZSP : : tang: ZS : tang: 1°. segmento di SP

Log. cos. ZSP = 22°.08′. 39″ . . . . . . = 9. 96672
Log. tang. ZS = 47. 09. 54 . . . . . . = + 10. 03285

Log.tang. 1° seg = 44. 58. 18 . . . . . . = 9. 99957

SP = 83°.43′. 41″
1° seg. = 44. 58. 18

2° seg. = 38. 45. 23

Si determini ZP.

$\cos 44°.58'.18'' : \cos 38°.45'.23'' :: \cos 47°.09'54'' : \cos ZP$

Log. cos. 38°.45'. 23" . . . . = 9. 89199
Log. cos. 47. 09. 54 . . . . = + 9. 83243

Somma. . . . . . . = 19. 72442
Log. cos. 44°.58'. 18" . . . . = — 9. 84970

Log cos ZP = 41. 27. 38 . = 9. 87472

ZP . . . . = 41°.27'.38"
Tolta da 90

Latitudine della nave sud. . . . . = 48. 32. 22

917. Volendosi l'ora che si conta nel luogo della maggiore altezza nello istante in cui si è osservata la piccola altezza, si potrà ottenerla, determinando prima l'angolo orario colla seguente proporzione.

$\text{sen } ZP : \text{sen } ZSP = \text{sen } ZS : \text{sen } ZPS;$

avvertendo che ZS esprime il complemento della minore altezza ridotta al luogo della più grande.

Determinato l'angolo orario del sole per l'istante della piccola altezza, si avrà l'ora che si conta in tale momento nel luogo della grande altezza (797).

918. Quindi è che aggiungendo all'ora ottenuta l'intervallo di tempo decorso tra le due osservazioni, si avrà l'ora della più grande altezza allorchè il sole ritrovasi ad oriente del meridiano, e nel caso contrario per aversi l'ora, che si cerca bisogna togliere l'intervallo dall'ora della piccola altezza.

919. Per l'esempio (912).

Si cerca l'ora sì della minore che della maggiore altezza, contata nel luogo della più grande altezza.

Per l'ora della più piccola altezza.

sen ZP : sen ZSP :: sen ZS : sen ZSP

Log. sen. ZS = 42°.21'.45". . . . . = 9. 82855
Log. sen. ZSP = 42. 19. 36 . . . . = + 9. 82824

Somma . . . . = 19. 65679
Log. sen. ZP = 54. 13. 44 . . . . = — 9. 91282

Log. sen. ZPS = 33°.36',28" = 2^or.14'. 25",9 = 9. 74397

Angolo orario. T. V. Ora della picc. altez. al luogo della grande . . . . $= - 2^{or}.14'.25'',9$
Intervallo fra le due osservazioni . . . . . $= - 2.\ 18.\ 19$

Angolo orar. per la grande altez. . . . . . $=$ 03. 54. 1
Tolta da 12

T. V. Ora della grande alt. . . . . $=$ 11.56. 05, 9

920. *Per l'esempio al* (n.° 916).

sen ZP : sen ZSP : : sen ZS : sen ZPS.

Log. sen. ZS $= 47°.\ 9'.\ 54''$ . . . . $=$ 9. 86329
Log. sen. ZSP $= 22.\ 8.\ 39$ . . . . $=+$ 9. 57627

Somma . . . . $=$ 19. 44156
Log. sen. ZP $= 41.\ 27.\ 38$ . . . . $=-$ 9. 82093

Log sen ZPS $= 24°.40'.31'' = 1^{or}.38'.42''.07$. $=$ 9. 62063

Angolo orario . . . . $= -$ $1^{or}.38'.42'',07$
12

T. V. Ora della picc. altez. al luogo della grande $=$ 10. 21. 17. 93
Intervallo fra le due osservazioni . . . . . $=+$ 2. 56. 15

T. V. Ora della grande altezza $- 12^{or}$ . . . $=$ 1. 07. 32. 93 (a)

921. Le seguenti regole che sono ricavate dal 2.° vol. de' viaggi di *Entrecasteaux*, di cui Rossel ne ha data una discussione completa, presentano le circostanze favorevoli pel metodo in esame.

1.° Non deve farsi uso del metodo delle due altezze, allorchè l'altezza meridiana del sole è maggiore di 84°.

2°. La piccola altezza dev'essere maggiore di 7°.

3°. Il cammino della nave fra le due osservazioni, non deve mai sorpassare 36 miglia.

4°. La mostra adoprata per la misura dell'intervallo tra le osservazioni non deve variare più di 3' in 24^{or} per rapporto al tempo medio.

922. Intendendo sotto l'espressione di osservazioni dell'istessa specie quelle che sono state fatte dall'istesso lato per riguardo al meridiano; e per osservazioni di differenti specie, quelle eseguite, una da un lato, e l'altra dall'altro lato del meridiano, passiamo a fare le seguenti avvertenze.

(a) Dalla determinazione dell'ora in cui si sono prese le altezze nei due esempj n. 912, 916, si rileva che le due osservazioni si sono fatte prima o dopo mezzodì; e perciò si avrebbe dovuto prendere la somma di ZSS', e PSS', per aversi ZSP (914-2).

Per le osservazioni della stessa specie.

1.° Il risultamento del calcolo sarà tanto più esatto, quanto più la grande altezza si avvicina all'altezza meridiana.

2.° Se si fà uso di una mostra marina per misurare l'intervallo delle osservazioni, l'azimutto corrispondente alla grande altezza non dovrà sorpassare 45° contato dal polo, dal di cui lato il sole ritrovasi, allorchè passa pel meridiano; dallo stesso lato si suppone contato l'azimutto nelle regole seguenti.

3°. Se si fa uso di un'orologio a secondi, suscettibile di variare sul tempo medio di 3′ in 24 ore, il piccolo azimutto non dovrà mai essere maggiore di 15°.

4°. Il grande azimutto, dev'essere per lo meno due volte e mezzo del piccolo; avvalendosi di una mostra marina, quanto maggiore è il grande azimutto tanto più la latitudine si avvicina alla precisione, salvo però la regola 2.ª del numero precedente: facendosi uso di un orologio a secondi, il grande azimutto non deve sorpassare 75°.

Uniformandosi alle regole ed alle avvertenze esposte, si avrà una latitudine che non potrà variare dalla vera più di 3′.

923. *Per le osservazioni di differenti specie.*

1°. Le due altezze debbono essere misurate le più prossime possibili al meridiano.

2°. Se si misura l'intervallo di tempo fra le osservazioni per mezzo di una mostra marina, il piccolo azimutto non dev'essere mai maggiore di 45°, ma adoprandosi una mostra ordinaria non dovrà sorpassare 30°.

3°. Il supplemento del grande azimut dev' essere per lo meno uguale a due volte e mezzo il piccolo azimutto. Tale regola è senza eccezione, facendosi uso di una mostra marina, purchè non si ritrova ostacolo nelle regole stabilite nel n.° (821).

Quando poi si adopra una mostra ordinaria, la somma de' due azimut potrà essere di 60°, ed il piccolo azimut di 15° a 30°. Se il piccolo azimutto è di 15° o al di sotto, il grande azimut non dovrà sorpassare 55°.

SEZIONE IV.

Determinare la latitudine per mezzo delle altezze istantanee di due astri.

924. Questo metodo non differisce dal precedente, che nella maniera di determinare il valore dell' angolo SPS′ (fig. 66 e 67), il quale invece di essere espresso dall' intervallo di tempo fra le due osservazioni, lo sarà dinotato dalla differenza delle ascensioni rette de' due astri; ed inoltre nel metodo in esame, il triangolo SPS′ non può essere, considerato come isoscele, poichè i due astri possono avere declinazioni molto differenti, quindi nella specie per determinare la distanza de'due astri, cioè SS′, e l' angolo PSS′ formato nel centro dell' astro che ha la minore altezza, bisogna risolvere il triangolo SPS′, con considerarvi

noti i due lati PS, PS' e l' angolo compreso SPS' espresso dalla differenza delle ascensioni rette de' due astri.

925. Per riguardo all' angolo ZSP verrà esso sempre ricavato dai due angoli PSS' e ZSS', con prenderne la differenza o la somma. Se i due astri S, S' sono dall' istesso lato del meridiano, l' angolo ZSP sarà uguale alla differenza de' due angoli calcolati, quanto l' azimutto di uno degli astri essendo più piccolo, o più grande che quello dell'altro, l' angolo orario del primo sarà più grande, o più piccolo che quello del secondo. Ma se l' azimutto, e l' angolo orario del primo astro sono amendue più grandi, o amendue più piccoli, dell' azimut e dell' angolo orario del secondo, in tal caso l' angolo ZSP sarà uguale alla somma degli angoli PSS', e ZSS' (fig. 67) se tale somma è minore di 180°, o sarà uguale al supplemento della somma medesima a 360°, se la somma stessa eccede 180°.

Se poi i due astri sono stati osservati, uno da una parte, e l'altro dall'altra parte del meridiano, l'angolo ZSP sarà uguale alla differenza de' due angoli calcolati ZSS', PSS', quando la somma degli azimut dei due astri sarà maggiore di 180°; ma se tale somma è minore di 180° l' angolo ZSP (fig. 56) sarà uguale alla somma di ZSS' e PSS'.

Esempio.

926. Nel dì 13 gennajo 1840 a 5^{or} 50' del mattino in tempo me' dio, stando per istima nella latitudine 28° 30' sud e nella long. 30° 15' ovest, l' occhio elevato di 20 piedi, si è osservata l' altezza di Arturo di 22°. 28'. 04", mentre trovavasi ad ovest del meridiano, e l' altezza di Antares di 75°. 41'.40" posto benanche ad ovest del meridiano; l' azimut di Arturo era maggiore di quello di Antares. Si domanda la latitudine vera.

Preparazione del calcolo.

		Arturo		*Antares*
Altezza osserv.	=	22°.23'.40"	. . =	75°.47'.40"
Depres. dell' orizz. . . .	=—	4. 32	. . =—	4. 32
Altezza apparente	=	22. 19. 08	. =	75. 43. 08
Rifrazione	=	2. 21. 1	. =	55
Altezza vera	=	22. 16. 47	. . =	75. 42. 53
Distanza dello zenit . . .	=	67. 43. 13	. . =	14. 17. 07

Declin. di Arturo . . . . = 20°. 0'.50" B
Idem di Antares . . . . = 26. 4. 17" A
Dist. pol. di Arturo = 110°.0'.50" di Antares = 63. 55. 43

Ascensione retta di Arturo. . . . . = $14^{or}.\ 8'.22''$
Idem di Antares . . . . = 16. 19. 36

Per l' angolo SPS' = 32°.48'.30". . . . = 2. 11. 14

Si determini SS'.

R : cos 32°.48'.30"::tang. 63°.55'.43" : tang. 1° seg. di PS

Log. cos. 32°.48'.30". . . . . = 9. 92453
Log.tang. 63. 55. 43. . . . . = 0. 31045

Log.tang. 59. 47. 41. . . . . = 0. 23498

PS . . . . = 110°. 0'.50"
1° seg. . . . . = 50. 47. 41

2° seg. . . . . = 50. 12. 09

cos 59°.47'.41" : cos 50°.12'.9"::cos 63°.55'.43" : cos SS'

Log. cos. 50°.12'. 9". . . . . = 9. 80623
Log. cos. 63. 55. 43 . . . . = 9. 64296

Somma . . . . = 19. 44919
Log. cos. 59. 47. 41 . . . . = 9. 70166

Log. cos. 56°. 0'. 9". . . . . = 9. 74753

Dunque SS' . . . . = 56°. 09'.

Si determini PSS'.

sen 56°.0'.9" : sen 63°.55'.43"::sen 32°.48'.30" : sen PSS'

Log. sen. 63°.55'.43". . . . . = 9. 95339
Log. sen. 32. 48. 30 . . . . = 9. 73387

Somma. . . . . = 19. 68726
Log. sen. 56. 0. 9 . . . . = 9. 91858

Log. sen. PSS' = 35°.55'.53" . . . . . = 9. 76868

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2}\ ZSS' = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \frac{1}{2}(ZS'+SS'+SZ)-SS'\ \text{sen}\ \frac{1}{2}(ZS'+SS+SZ)-SZ \times R^2}{\text{sen}\ SS'\ \text{sen}\ SZ}}$$

ZS′ = 14°.17′.07″
S′S = 56. 00. 09 comp.arit.log.sen . . = 0. 08142
SZ = 67. 43. 13 comp.arit.log.sen . . = 0. 13370

Somma = 138. 00. 29
½ Som. . . . = 69. 00. 14
½ Som.—SS′= 13. 00. 05 log. sen. . . . . = 9. 35214
½ Som.—SZ= 1. 17. 01 log. sen. . . . . = 8. 35027

Somma . . . . = 17. 91753
Log. sen ½ ZSS′ = 5°.13′. 4″ . . . = 8. 95876
ZSS′ = 10. 26. 8

PSS′ . . . . = 35°.56′.53″
ZSS′ . . . . =+ 10. 26. 08

PSZ . . . . = 46. 23. 01 (a)

Si risolve il triangolo PSZ.
Si determina il 1° segm. di SP *adiacente a* ZSP.

R : cos ZSP : : tang: ZS : tang. segm. di SP

Log. cos. ZSP = 46°.23′. 1″ . . . . . = 9. 83874
Log. tang. ZS = 67. 43. 13. . . . . . =+0. 38752

Log tang 1°seg = 59. 17. 33 . . . . . . = 10. 22626

SP. . . . . = 110° 00′. 50′
1° segm. . . . . =—59. 17. 33

2° seg. . . . . = 50. 43. 17

Si determini la latitudine.

cos 59°.17′.33″ : cos 50°.43′.17″ : : cos 67°.43′.13″ : cos.ZP
Log. cos. 50°.43′.13″ . . . . = 9. 80147
Log. cos. 67. 43. 13 . . . . =+9. 57879

Somma. . . . . = 19. 38026
Log. cos. 59. 17. 33. . . . . =—9. 70812

Log. cos. ZP = 61. 57. 45 . . . . = 9. 67214
Latitudine della nave . . . . = 28°. 2′. 15″ sud

(a) Le due stelle sono dall'istesso lato del meridiano, l' azimutto di Arturo è maggiore di quello di Antares, e l' angolo orario di Arturo è parimenti maggiore di quello di Antares.

SEZIONE V.

Determinare la latitudine per mezzo di due altezze del sole, prossimamente vicine l' una all' altra.

927. Si osservano 5 a 6 altezze del sole, e si prende esatto notamento dell'ora de' minuti e de'secondi corrispondenti a ciascuna di esse. Dopo 10 a 12 minuti, si osserveranno altre 5 a 6 altezze anche del sole, e si noteranno anche le ore in cui sono state fatte le ultime osservazioni. Si prende la somma di ciascuna serie, cioè di quelle delle altezze, e di quelle delle ore rispettive: si dividerà ognuna di tali somme pel numero delle osservazioni, onde aversi due altezze medie del sole, e l'ora media di ciascuna serie. Corrette le due altezze medie, si prenderà la differenza delle due altezze vere di risulta. Indi si ridurrà in gradi l'intervallo di tempo decorso tra le due ore medie, corrispondenti alle due altezze medie.

Fatto ciò si calcolerà l'angolo di posizione del sole nella più piccola delle due altezze medie, mediante la formola.

$$\text{sen ZSP} = \frac{de}{t \cos d};$$

nella quale *de* esprime la differenza delle due altezze vere, *t* l' intervallo di tempo ridotto in gradi, *e d* la declinazione del sole, calcolata per l'ora della prima osservazione, accresciuta del semintervallo.

Di fatti il triangolo SIS' (fig. 56) rettangolo in I, attesa la picciolezza de' suoi lati, può considerarsi come rettilineo; e perciò.

$$1 : \cos S'SI :: S'S : SI$$

o $$1 : \text{sen ZSP} :: S'S : SI$$

ovvero $$S'S : SI :: 1 : \text{sen ZSP};$$

$$\text{dunque sen ZSP} = \frac{SI}{SS'}$$

Ma (202) $$1 : \cos KS :: GK : S'S,$$

dunque $$S'S = \cos d \times GK;$$

sostituendo tale valore nell' equivalente di ZSP, si avrà

$$\text{sen ZSP} = \frac{SI}{\cos d \times GK}$$

Or dinotando SI la differenza delle due altezze, e GK l'intervallo di tempo fra le due osservazioni, ne risulta.

$$\text{sen}\, ZSP = \frac{de}{t \cos d}$$

Determinato l'angolo ZSP, essendo noti i lati che lo comprendono, cioè ZS complemento della 1.ª altezza, e PS la distanza polare, si può coll' aiuto della trigonometria determinare ZP, ch'è il complemento della latitudine.

Esempio.

928. Nel giorno 30 settembre 1840 verso le ore 11.40' del mattino in tempo vero, stando per istima nella latitudine 49°. 59' sud, e nella longitudine 21°. 45' ovest, l'occhio elevato di 16 piedi, si è osservata l'altezza dell'orlo inferiore del sole di 41°.09'.30", mentre la mostra marcava le 7^ore. 20'. 32". Indi a 7^ore. 32'. 32" della stessa mostra, si è osservata l'altezza dell' orlo inferiore del sole di 41°. 18'. 50". Si domanda la latitudine vera.

Preparazione del calcolo.

		1ª Altez.		2ª Altez.
Altezza osservata. . . ☉	=	41°.09'.30"	=	41°.18'.50"
Depress.dell'oriz.per 16^p	=—	4. 03	=—	4. 03
Altezza apparente. . . .	=	41. 05. 27	=	41. 14. 47
Rifraz.—parall.	=—	59, 7	=—	59, 3
Altezza vera ☉	=	41. 04. 27, 3	=	41. 13. 47, 7
Semidiametro	=+	16. 10, 4	=+	16. 01, 4
Altezza vera del centro .	=	41. 20. 28, 7	=	41. 29. 49, 1
Distanza dallo zenit. . .	=	48. 39. 31, 3	=	48. 30. 10, 9

Differenza delle due altezze vere = *de* . . = 9'. 20", 4

Ora della mostra		
1ª osservazione.	=	7^ore.20'.32"
2ª osservazione	=	7 32. 32
Interval. = 3°.= :	=	12. 00

Ora A. 1ª. osserv. T. V. del navigl. 7bre 29 a ..... 23°r.46′
Differenza de' meridiani . . . . =+ 1. 27

Ora A. 1ª. osserv. T. V. per Parigi 7bre 30 a 1. 13
Equazione del tempo . . . . =− 10. 7″,1

Ora A. 1ª. osserv. T. M. per Parigi, 7bre 30 a 1. 2.52, 9

Declinazione . . . . = 2°.55′.58″,15
Distanza polare . . . . = 87. 4. 1, 85

Si determini ZSP.

$$\text{sen ZSP} = \frac{de}{t \cos d}$$

Log. *de*. = 9′. 20″, 4 = 560″,4. . . . . = 2. 74850
Log. *t*. . = 3° = 10800″ comp. arit. . . . =+ 5. 96658
Cos *d*. . . = 2°. 55′. 58″ com.arit. . . . . =+ 0. 00057

Log. sen . . . . . 2°. 59′. 42″. . . . . = 8. 71465

R : cos 2°.59′.43″ : : tang. 48°.39′.31″ : tang. 1.° segm. di SP.

Log. cos 2°.59′.42″ . . . . = 9. 99940
Log. tang 48°.39′.31″. . . . . = 0. 05561

Log. tang. 48. 37. 09 . . . . = 0. 05501

PS . . . . = 87°. 04′. 01″, 85
Primo segm. . . . . = 48. 37. 09

Secondo segm . . . . = 38. 26. 52, 85

Cos 48°.37′.09″ : cos 38°.26′.53″ : : cos 48°.39′.31″ : cos ZP

Log. cos. 38°.26′.53″ . . . . = 9. 89386
Log. cos. 48. 39. 31 . . . . = 9. 81990

Somma . . . . = 19. 70376
Log. cos. 48. 37. 09. . . . . = 9. 82025

Log. cos. . . . 40. 07. . . . . = 9. 88351

Dunque la latitudine della nave è . . . . =49°. 53′ sud

CAPITOLO XI.

Delle Correzioni a farsi al punto stimato, nel caso che la Latitudine d'arrivo osservata risulti diversa dalla stimata.

929. Si è detto nel numero 105 che il sito della nave si sarebbe determinato mediante la latitudine, e la longitudine della stessa. Nel capitolo precedente si sono esposti diversi metodi per determinare la latitudine vera della nave, nei quali perchè si ricorre ad osservazioni astronomiche, perciò la latitudine di risulta suole denominarsi *Latitudine Osservata*. Nel capitolo decimoterzo che sussiegue, anderemo ad esporre i metodi per ottenere la longitudine della nave per mezzo di osservazioni astronomiche, cioè la *Longitudine Osservata*. Quindi è che mediante la latitudine e la longitudine, amendue osservate d'arrivo, saremo a portata di determinare con precisione il luogo ove la nave si ritrova.

930. Parlando del punto stimato nella seconda parte di questo trattato, abbiamo esposti i mezzi per determinare la latitudine e la longitudine d'arrivo stimata; ma questi due elementi di tanta importanza nella navigazione che si ottengono per istima, sono tanti incerti, per quanto lo sono il rombo e la distanza, ottenuti per mezzo della bussola e del loch. Perlochè di frequente accade, che la latitudine e la longitudine osservata, risultano differenti dalla latitudine e dalla longitudine stimata. In tal caso è manifesto dover noi determinare il punto d'arrivo sulla carta idrografica, mediante la latitudine e la longitudine dedotte dalle osservazioni, e non tener conto affatto di quelle ricavate dal rombo, e dalla distanza stimata.

931. A suo luogo rileveremo meglio che non sempre riesce determinare la longitudine osservata, anche quando si potranno avere i mezzi per conoscere la latitudine vera.

932. Verificandosi il caso di sapersi la sola latitudine osservata, se questa è uguale in gradi ed in ispecie alla latitudine stimata, saremo costretti concliudere essere sufficientemente esatto il punto per istima, e quindi esser veri il rombo e la distanza, misurati colla bussola e col loch. Ma se la latitudine d'arrivo osservata risulti diversa da quella stimata, è da credersi essere falsi il rombo, o pure la distanza, o tanto il rombo che la distanza. Nell'ultimo rincontro dopo aver esaminate tutte le calcolazioni, e non riuscendo a scovrire se l'errore rinvenuto nella latitudine d'arrivo stimata sia stato prodotto dal rombo, o dalla distanza, o dal rombo e dalla distanza insieme, in tale caso di dubbiezza sarem costretti appigliarci a congetture che tra le multiplici che sono state immaginate da' marini, adotteremo quelle che sono più consentanee alla ragione, e che han meritata la preferenza da' navigatori più assennati. Le congetture in parola sogliono comprendersi sotto la triplice distinzione di *prima*, *seconda*, e *terza correzione*.

Per la Prima Correzione.

933. Essendo il rombo navigato minore di 22°. 30′, in questo caso si pratica la prima correzione, cioè si ritiene per vero il rombo, e si rigetta per falsa la distanza; quindi col rombo stimato, e colla vera differenza di latitudine, cioè con quella ottenuta dalla latitudine partita e dalla latitudine d' arrivo osservata, si descrive il triangolo nautica che suole dirsi *Triangolo Corretto*; e con tali elementi si determineranno la distanza, e l' allontanamento corretto; indi dalla latitudine partita e dalla latitudine osservata si ricaverà il vero medio parallelo, col quale si ridurrà l'allontanamento corretto in differenza di longitudine corretta.

Il fondamento della prima correzione si è, che navigandosi per Nord o per Sud, o per un rombo prossimamente vicino al meridiano, le miglia di distanza sono le stesse, o approssimativamente quelle della differenza di latitudine; quindi risultata la latitudine d'arrivo osservata diversa da quella stimata, la distanza ottenuta dal loch dee necessariamente giudicarsi erronea, e quindi riputarsi come la causa produttiva se non in tutto almeno nella maggior parte *dell' errore rinvenuto nella latitudine d' arrivo stimata*. Ecco il perchè nella prima correzione si rigetta per falsa la distanza.

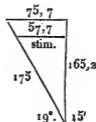
Esempio.

Partitosi dalla latitudine 38.° 57′ Nord, e dalla longitudine 23° 50′ Ovest, dopo navigate miglia 175 per N ¼ N O con 8° di deriva alla sinistra, s'è avuta la latitudine d'arrivo osservata maggiore della stimata di 14′. Si domanda la distanza corretta, e la longitudine d'arrivo corretta.

Punto stimato.

Latitudine partita. . . . = 38°. 58′. N
Diff. di latitud. . . . . . =+2. 45. 12″. N

Latitudine arrivata . . . = 41. 43. 12. N
Somma delle Lat. . . . = 80. 41. 12.
Medio parallelo . . . . . = 40. 20. 36.
Longit. part. . . . . = 23. 50. 0
Diff. di longitud. . . . . =+1. 15. 42. 0

Longitudine arrivata. . = 25. 05. 42. O

Si determini la Differenza di latitudine.

R : cos. 19° 15'::175 : Diff. di latitud. = 165, 2.

Log. cos. 19° 15' . . . . = 9. 97501
Log. di 175 . . . . =+ 2. 24304

Diff. di Lat. = 165. 2. . . . . = 2. 21805

Si determini l' allontanamento.

R : Sen 19° 15'::175 : allontan.=57, 7

Log sen . . . . 19° 15'. . . . . = 9. 51811
Log. di. . . . 175 . . . . =+ 2. 24304

Log. 57. 7. . . . . = 1. 76115

Si determini la differenza di longitudine.

Cos. 40° 20' 36" : R::57,7 : Diff.di Longitud. 75,7

Log. 57, 7 + R. . . . . = 11. 76115
Log. Cos. 40°. 20' 36" . . . . =— 9. 88205

Log. 75. 7 . . . . = 1. 87910

Punto corretto

Lat. arrivata per stima . . . . = 41° 43' 12" N
Correzione . . . . =+ 14'

Latit. arriv. osserv . . . . = 41. 57. 12. N
Lat. partita . . . . =— 38. 58. N

Vera diff. di latitud . . . . = 2. 59. 12. N
Somma delle due latit . . . . = 80. 55. 12.
Vero Medio Parall. . . . . = 40. 27. 36.
Longit. part. . . . . = 23. 50. O
Diff. di Long. cor. . . . . =+ 1. 22. 15. O

Longitud. arriv. cor. . . . . = 25. 12. 15. O

Si determini la Distanza corretta.

82,25	
62,5 correl.	177,2
189,8	
19°. 15′	

Cos. 19° 15′ : R : : 179,2 : Dist.cor. = 189,8

Log. 179. 2. + R. . . . . . = 12.25334
Log. Cos 19° 15′. . . . . . = — 9.97501

Log. . . 189,8. . . . . . . = 2.27833

Si trovi l'allontanamento. cor.

R : Tang 19° 15′ : : 179, 2 : allont. = 62,6

Long. Tang. 19° 15′. . . . . = 9. 54309
Log. . . . . . 179. 2. . . . . = + 2. 25334

Som — R. = log. 62,6. . . . . = 1. 79643

Si determini la Differenza di Longitudine corretta

Cos. 40°. 27′. 36″ : R : : 62,6 : Diff. di Long. = 82,25

Log. 62, 6 + R. . . . . = 11. 79643
Log. Cos 40°. 27.′ 36″ . . . . = — 9. 88130

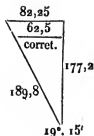
Log. Diff. di Long. 82, 25 . . . . = 1, 91513

Per la Seconda Correzione.

934. Essendo il rombo navigato maggiore di 67°. 30′, si fa la seconda correzione, procedendo come appresso.

Si ritiene per vera la distanza stimata, e si rigetta come falso il rombo stimato. Indi colla distanza stimata, e colla vera differenza di latitudine, riputando per vero il solo quadrante della bussola a cui appartiene il rombo stimato, si determina il rombo corretto. In corrispondenza del quale si descrive il triangolo nautico corretto; indi colla vera differenza di latitudine e col rombo corretto si avrà l'allontanamento corretto, se non si vogliono adoprare le latitudini crescenti corrispondenti alla latitudine partita, ed alla latitudine osservata d'arrivo.

In fine col vero medio parallelo, e coll'allontanamento corretto si determinerà la differenza di longitudine corretta; o in vece colla vera differenza di latitudini crescenti, e col rombo corretto s'avrà la differenza di longitudine corretta, potendo praticarsi lo stesso per la prima correzione.

Il fondamento della seconda correzione si è che navigandosi per Est, o per Ovest, non essendovi errore nel rombo ottenuto dalla bussola,

la latitudine d'arrivo deve risultare la stessa che quella di partenza; quindi rinvenuta la latitudine d'arrivo osservata, diversa dalla stimata, il rombo ha dovuto essere indubitatamente erroneo; come lo stesso giudicar si dee pel rombo maggiore di 67°. 30'; e perciò l'errore rinvenuto nella latitudine si attribuisce nella totalità al rombo, e si ritiene per vera la distanza stimata.

Esempio.

Partitosi dalla latitudine 38°. 57' sud, e dalla longitudine 103°. 13 ovest, si sono navigate miglia 193 per SE$\frac{1}{4}$E con una bussola che varia di 19° NO; la latitudine d'arrivo osservata e risultata 12' meno della stimata.

Si domanda il rombo corretto, e la longitudine d'arrivo corretta.

75°. 15' — 49 — stim. — 195 — 186,6 — 241

38°. 54 — 37 — 48 — cor. — 193 — 244,8

Punto stimato

Latit. Part. =	38°. 57'	S
Diff. di lat. =	49, 08''	S
Latit. arriv. =	39. 46, 08	S
Som. delle lat. =	78. 43. 08	
Medio paral. =	39. 21. 34	
Long. partit. =	103. 13	O
Diff. di long. = —	4. 01. 24	E
Long. arriv. =	99. 11. 36	
Lat. arr. stim. =	39. 46. 08	S
Correzione. = —	13	
Lat. arr. oss. =	39. 34. 08	S

Si determini la differ. di latit.

R : cos 75°. 15' :: 193 : diff. di lat.

Log. cos. 75°. 15. . =	9.40586
Log. di 193 . . . . . . =	2.28556
Log. di 49. 14 — = ±	1.69142

Punto corretto

Lat. p. = 38°. 57'	S = l. c.	25. 41. 1
Lat. a. = 39. 34. 08''	S = l. c.	25. 89. 1
D. dil. = 37. 08	S d. in l. c.	48. 0

Long. part. . . =	103°. 13'	O
Diff. di long. cor. = —	4. 04. 48''	E
Long. arriv. cor. =	98. 08. 12	O

Si ritrovi il rombo corretto

193 : 37, 14 :: R : cos del rombo

Log. . . 37°, 14' + R =	11.56984
Log. di 193 . . . . . = —	2.28556
Log. cos. 78°. 54'. 19'' =	9.28428

R : tang. 78°. 54'. 19'' :: 48 : Diff. di long. cor.

Log. tang. 78°. 54'. 19'' =	10.70753
Log. di 48 . . . . . = +	1.68124
Log. 244, 8 =	2.38877

Si determini l'allontanamento

R : sen 75°.15' :: 193 : allont.

Log. sen. 75°.15'. = 9.98545
Log. di 193 . . . . . . =+2.98556

Log. di 186. 64 = 2.27101

Si determini la diff. di long.

Cos. 39°.21'.34" : R :: 186, 64 : diff. di long.

Log. di 186. 64 + R = 12. 27101
Log.cos. 39°.21'.34" =— 9. 88828

Log... 241,4 . . . . . = 2. 38273

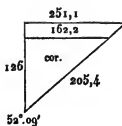
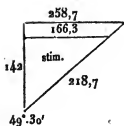
Per la terza correzione.

935. Essendo il rombo stimato maggiore di 22°. 30', e minore di 67°. 30', si darà luogo alla terza correzione, e si procede nel modo seguente.

Si determinano due allontanamenti, uno colla vera differenza di latitudine e col rombo stimato, che dicesi *primo allontanamento*, e l'altro colla vera differenza di latitudine e colla distanza stimata che chiamasi 2°. *allontanamento*: la semisomma di tali allontanamenti indicherà l'allontanamento corretto. Indi colla vera differenza di latitudine, e coll' allontanamento corretto si potranno determinare il rombo corretto, e la distanza corretta. In fine col vero medio parallelo e coll' allontanamento corretto, o colla vera differenza di latitudini crescenti e coll'allontanamento corretto si proceda a determinarsi la differenza di longitudine corretta.

Il fondamento della terza correzione si è che, non sapendo se l'errore rinvenuto nella latitudine d'arrivo stimata sia derivato dal rombo o pure dalla distanza, perciò si reputa essere stato prodotto si dall'uno che dall' altro.

Esempio.

Partitosi dalla latitudine 48°.54' nord e dalla longitudine 27°. 36' est, si sono navigate miglia 218, 7 per ENE con 18° di deriva alla sinistra, e dopo tal rotta si è calcolata la latitudine d'arrivo osservata, che si è rinvenuta minore della stimata di 16'. Si domanda il punto d' arrivo corretto.

Punto stimato

Lat. Part. . . . . = 48°.54′ N
Diff. di lat. . . . =+ 2. 22 N

Lat. arr. . . . . . = 51. 16 N
Som. delle lat. . = 100. 10
Medio parall. . . = 50. 5
Long. part. . . . = 27. 36 E
Diff. di long. . . = +4. 18. 42 E

Long. arr. . . = 31. 54. 42 E

Si trovi la diff. di lat.

R : cos 49°.30′ : : 218,7 : diff. di lat.
Log. cos. 49°.30′. = 9. 81254
Log. 218, 7 . . . . = 2. 33985

Log. di 142. . . . . = 2. 15239

Si determini l'allont.

R : sen 49°.30′ : : 218,7 : allont.

Log. seno 49°.30′. =+ 9.88105
Log. 218, 7 . . . . = 2.33985

Log. di 166,3 = 2.22090

Punto corretto

Lat. part. . . =— 48°.54′ N
Lat. arr. oss. . . = 51 N

Diff. di lat. . . . = 02. 06 N
Som. delle lat. . . = 99. 54
Medio par. vero . = 49. 57
Long. part. . . . . = 27. 36 E
Diff. di long. cor. . = 4. 12,1 E

Long. arr. cor. . . = 31. 48,1 E

Primo allont. . . = 147
Secondo allont. . = 177. 5

Somma . . . . . . = 324. 5
Allont. corret. . = 162. 2

Si trovi il rombo

126 : 162.2 : : R : tang. del rombo

Log. 162. 2 + R = 12. 21005
Log. 126. . . . . = 2. 10036

Log. di t. 52°. 09′ = 10. 10968

Si cerchi la distanza

sen 52°.09′,28″ : R : : 162,2 : dist.

Log. 162, 2 + R. . = 12. 21005
Log. sen. 52°.09′,28″ = 9. 89747

Log. di 205,4 . . . = 2. 31258

Si cerchi la diff. di long.		*Si determini la diff. di long.*	
Cos 50°.05′ : R : : 166,3 : dif. di lon.		Cos 49°.57′ : R : : 162,2 : dif. di lon.	
Log. 166, 3 + R.. =	12. 22011	Log. 162, 2 + R. . =	12. 21005
Log. cos. 50°.05′. . =	9. 80731	Log. cos. 49°.57′.. =	9. 80852
Log. di 258, 7 . . . =	2. 41280	Log. di 252′ . . . . =	2. 40153

CAPITOLO XII.

De' cronometri, della maniera di determinare l' acceleramento o il ritardo assoluto sull' ora vera, e del modo di regolare le mostre marine.

SEZIONE I.

Introduzione.

936. Si è detto altrove (393,) che la misura artificiale del tempo era l'orologio, il quale suole dirsi *cronometro*, ed anche *mostra*.

937. Ammessa tutta la regolarità convenevole ne' pezzi componenti un cronometro, e tale da serbare nel tutto insieme un' armonia perfetta nella macchina, da produrre quell' uniformità di moto che si richiede per la misura del tempo, non ostante il cammino del cronometro può essere accelerato o ritardato; e ciò può derivare o dalla situazione più o meno svantaggiosa in cui si tiene il cronometro, o dalle scosse a cui va soggetto, o dal movimento che si dà alla macchina nel trasportarla da un luogo in uu altro, o da' cambiamenti del secco o dell' umido, ed anche da quelli del caldo o del freddo; e negli usi di mare dalle perpetue inevitabili e svariatissime ondolazioni della nave, che formano il *tangheggio* della medesima.

938. Diconsi *mostre marine*, o *guardatempi*, quei cronometri suscettibili di conservare al maggior possibile la uniformità del di loro cammino, anche adoprati ne' viaggi marittimi. I cronometri a' quali mancano tali requisiti ritengono il nome di erologi, e si dicono anche *mostre ordinarie*: di queste ultime le migliori per gli usi di mare sono gli orologi o mostre a secondi.

939. Dunque a mare le mostre ordinarie facilmente perdono la uniformità del moto diurno d' una stella, di modochè non di rado in

esse si avvera o l'acceleramento, o il ritardamento sull'ora vera in tempo medio, ricavata dall'angolo orario d'un astro, ottenuto dalle osservazioni e dal calcolo ne' modi di già esposti.

940. Le mostre marine sono poi suscettibili di conservare la uniformità del movimento, allorchè si avrà la cura di non farle ricevere scossa alcuna, e di tenerle in un luogo della nave il meno soggetto a sensibili cambiamenti di temperatura d'aria, e che tale luogo sia per quanto più è possibile vicino al centro di movimento della nave, cioè in un sito ove si sente meno il tancheggio.

941. Quindi a mare bisogna fare spesso la comparazione del tempo ottenuto dalle osservazioni con quello indicato dall'orologio a secondi, e poi di questo con quello segnato dalle mostre marine, onde conoscere lo stato, e le veriazioni diurne di tali cronometri.

SEZIONE II.

DELLA MANIERA DI DETERMINARE L'ACCELERAMENTO, O RITARDAMENTO ASSOLUTO D'UN CRONOMETRO.

942.—1°. Nelle circostanze favorevoli, o per lo meno in quelle che più s'avvicinano alle medesime (803), si osservano più altezze del lembo inferiore del sole, le quali si noteranno in colonna, ed in corrispondenza di ciascuna di esse vi si scriveranno le ore e minuti, ricavate con attenzione dall'orologio a secondi nel momento di ciascuna osservazione.

2°. Si avrà la cura di confrontare la mostra a secondi con la mostra marina prima, e dopo le osservazioni disegnate, e di dedurne l'avanzo o il ritardo dell'una sull'altra mostra.

3°. Si determina tanto l'altezza media, che l'ora media di quelle segnate da un'orologio a secondi nelle osservazioni istesse, ed in corrispondenza di tale ora ridotta al tempo, che si conta in Parigi, si ritrovi la declinazione del sole.

4°. Mediante i complementi dell'altezza vera media, e della latitudine del luogo non che della distanza polare, si determinerà l'angolo orario del sole, e quindi l'ora vera dell'osservazione (797).

5°. Dal confronto dell'ora vera ottenuta dall'osservazione, ridotta in tempo medio coll'ora indicata dall'orologio a secondi, e dalla comparazione di questa con quella segnata dalla mostra marina, si conchiuderà per l'avanzamento, o ritardamento assoluto de'due cronometri sull'ora vera, e dell'una sull'altra mostra, sempre che il cronometro si ritrova nello stesso meridiano, ove incominciò il suo cammino o fu posto a segno coll'ora vera; altrimenti per mezzo della differenza de'meridiani si riduce l'ora del cronometro al luogo dell'osservazione, e poi si eseguono le comparazioni.

Esempio.

943. Prese diverse altezze del sole, mediante le quali si è avuta l'altezza vera media; indi si è determinata la declinazione corrispondente all'ora media delle osservazioni, cho secondo la mostra ordinaria dovea essere di $7^{or}. 12'. 19''$ del mattino; tale mostra ritardava sulla mostra marina di $20'. 12''$; la nave era situata nella longitudine $11°$, $40'$ Ovest; e nello stesso meridiano della mostra; l'ora vera ottenuta dal calcolo pongasi di $7^{or}. 54'. 56''$, anche del mattino dell'istesso giorno proposto; il tempo vero si suppone minore del medio, e l'equazione del tempo di $4'. 26''$. Si domanda lo stato della mostra marina per rapporto al tempo vero ed al tempo medio.

Ora media della mostra a secondi.. . . . . $=$ $7^{or}. 12'. 19''$
Ritardo della stessa sulla mostra marina. . . . . $=$ $+$ 20. 12

Ora della mostra marina nell'altezza media. . . $=$ 7. 32. 31
Ora vera della nave in tempo vero . . . . $=-$ 7. 54. 56

Ritardo della mostra marina sul tempo vero . . . $=$ 22, 25

Tempo vero dell'osservazione. . . . . $=$ $7^{or}. 54'. 56''$
Equazione del tempo . . . . $=$ $+$ 04. 26

Tempo medio dell'osservazione . . . . $=$ 7. 59. 22
Ora della mostra marina nell'altezza media $=-$ 7. 32. 31

Ritardo della mostra marina sul tempo medio $=$ 26. 51

944. Per conoscersi con precisione l'ora che segna la mostra marina nell'istante dell'altezza media, si procede come appresso.

1°. Si prende la differenza tra gli avanzi o ritardamenti dell'orologio a secondi sulla mostra marina, negl'istanti delle due comparazioni fatte prima e dopo le diverse altezze prese.

2°. Si determini la differenza tra le ore marcate dalla mostra marina ne' momenti di ciascuna comparazione, onde avere l'intervallo dei due confronti.

3°. Si trovi la differenza tra l'ora media delle osservazioni, e l'ora marcata dalla mostra a secondi nell'istante del primo confronto.

4°. Quindi si farà la proporzione, *l'intervallo tra le due comparazioni sta alla differenza fra l'ora media delle osservazioni, e l'ora della mostra a secondi nella prima comparazione, come la differenza tra gli avanzi o i ritardi della mostra a secondi sulla mostra marina nell'intervallo delle due comparazioni sta al quarto termine*, il quale indicherà la quantità di cui bisogna correggere l'avanzo o il ritardo della

mostra a secondi sulla mostra marina nell'istante della prima comparazione.

5°. Fatta tale correzione, se la mostra a secondi avanza sulla mostra marina si toglie tale avanzo dall' ora media delle osservazioni segnate dall' orologio a secondi, e si avrà l'ora della mostra marina in tale istante, ma se la mostra a secondi ritarda sulla mostra marina, si aggiungerà il ritardo corretto come nel numero precedente, e s' avrà l'ora della mostra marina in siffatto istante.

Esempio.

Prima comparazioue avanti le osservazioni.

Mostra marina. . . . . =— 10°. 20'.30
Mostra a secondi. . . . . = 11. 03. 06

Avanzo della mostra a secondi sulla mos. marina= 42. 36

Seconda comparazione dopo le osservazioni.

Mostra marina . . . . =— 10. 32. 14
Mostra a secondi. . . . . = 11. 14. 47

Avanzo della mostra a secondi sulla mostra marina = 42. 33

Primo avanzo. . . . . = 42'. 36"
Secondo avanzo . . . . = 42. 33

Differenza degli avanzi. . . . . = 03

Ora nella mostra marina nel momento della prima comparazione. . . . . = 10. 20. 30
Idem della seconda comparazione . . . . = 10. 32. 14

Intervallo tra le due comparazioni. . . . . = 11. 44

Ora media delle osservazioni della mostra a secondi = 11.08.25,17
Ora della mostra a secondi nella prima comparaz. = 11.03.06

Differenza. . . . . = 5.19,17

11' 44" : 5'. 19", 17::3" : X = 1", 36

Avanzo della mostra a secondi nella prima comp. = 42', 36"
Correzione. . . . . =— 01, 36

Avanzo della mostra a secondi sulla mostra marina
nell' altezza media. . . . . =— 42, 34, 64
Ora media delle osservazioni della mostra a secondi = 11^{or}.08, 25, 17
Ora della mostra marina nell' altezza media . . . . = 10. 25.50, 53

945. Si avverte che se la mostra a secondi ritardava sulla mostra marina nell' istante della prima comparazione invece dell' avanzo come s' è supposto nell' esempio precedente, ed inoltre se la stessa aveà un ritardo nell' intervallo delle due comparazioni, s' avrebbe dovuto aggiungere la correzione cercata di 1'. 36" al ritardo della mostra a secondi sulla mostra marina nell' istante della prima comparazione.

SEZIONE III.

Della maniera di regolare una mostra.

946. Il regolare la mostra marina, o un orologio a secondi da usarsi per le osservazioni astronomiche, lungi d' intendersi il mettere a segno tale mostra, o siffatto orologio, in modo che esso corrisponda all' ora vera in tempo medio d' un luogo proposto, nell' incominciare il suo movimento; ma invece si vuole significare che si determina l' acceleramento, o il ritardamento diurno di qualunque di tali cronometri per rapporto al tempo medio, o per rapporto al tempo vero dello stesso luogo, e non mai la quantità di cui la mostra avanza, o ritarda sul tempo medio, o sul tempo vero in un' epoca disegnata.

947. Le altezze assolute del sole possono utilmente impiegarsi per regolare le mostre, precedendo come appresso.

1.° In un giorno in cui avran luogo le circostanze favorevoli (803) si prendono cinque a sei altezze del sole, e si conchiuderà per l' avanzo, o ritardo della mostra sul tempo medio del luogo proposto per le osservazioni.

2°. Qualche giorno dopo, e nel luogo stesso si farà una novella serie di osservazioni, e se ne conchiuderà di nuovo l' avanzo o il ritardo della mostra sul tempo medio per questa seconda epoca.

3.° Se l' avanzo, o il ritardo della mostra, è lo stesso nella prima e nella seconda epoca, si conchiuderà che la mostra ha seguito costantemente il tempo medio nell' intervallo delle osservazioni. Ma se nella seconda epoca la mostra avanza più che nella prima, essa avrà avanzato sul tempo medio nell' intervallo delle due osservazioni d' una quantità uguale alla differenza de' due avanzi; se nella seconda epoca la mostra ha accelerato di una quantità minore di quella che avanzava nella prima comparazione, in tal caso la mostra ritardava nell' intervallo

delle osservazioni; ed il ritardamento in tale intervallo sarà eguale alla differenza de' due acceleramenti.

Se poi nella prima osservazione la mostra s'è rinvenuta in ritardo sul tempo medio, e nella seconda marcava un ritardo maggiore, in questo terzo caso si conchiuderà che la mostra nell'intervallo delle osservazioni si ritrova in ritardo d'una quantità eguale alla differenza de' due ritardamenti.

In fine se alla prima epoca s'è ritrovato un ritardo, e nella seconda un'avanzo, o avendovi rinvenuto un avanzo nella prima comparazione, si ritrova poi in ritardo, si conchiude che la mostra ha un avanzo, nel primo caso o un ritardo nel secondo caso eguale alla somma dell'acceleramento d'una delle epoche, e del ritardo dell'altra.

4°. Determinato che sarà in tal modo l'avanzo o il ritardo della mostra nell'intervallo delle due osservazioni, si potrà determinare altresì l'avanzo o il rrtardo in 24^{or}, quantità che suole dirsi *marcia diurna* o *variazione giornaliera*, mediante la seguente proporzione.

L'intervallo di tempo medio tra le osservazioni sta a 24^{or},*come l'avanzo, o il ritardo nell'intervallo* sta ad un quarto termine, che sarà l'avanzo, o il ritardo in 24^{or}, cioè la marcia diurna.

Esempio I.

Nel dì 21 luglio 1641 a $7^{or}.\ 25'$ del mattino, la mostra ritardava di $3^{or}.\ 04'.\ 05''$ sul tempo medio, nel dì 27 dello stesso mese a $7^{or}.32'$ anche del mattino, la stessa mostra ritardava di $3^{or}.\ 04'.\ 36''$; si domanda la marcia diurna della mostra.

1.ª Epoca. Il dì 21 luglio	a $7^{or}.25'$ . . .	Ritardo . . . =	$3^{or}.04',05''$
2.ª Epoca. Il dì 27 detto	a 7. 32 . . .	Ritardo . . . =	3 . 04. 36
Intervallo 6	7		31

$$6^{g},\ 00^{or},\ 07' : 24^{or} : : 31'' : x = 5'',\ 2$$

Dunque la marcia della mostra è il ritardo di 5″, 2.

Esempio II.

Nel dì 24 maggio 1841 a $4^{or}.\ 51'$ T. A., la mostra ritardava di 10^{or} sul tempo medio. Nel dì 1°. giugno dell'istesso anno, la medesima mostra a $3^{or}.\ 55'$ T. A. avanzava di 36″. Si domanda la marcia diurna di tale mostra.

1.ª Epoca. Il dì 24 maggio	a 4^{or}.15'. T.A.	Ritardo =	00^{or}.00', 10"
2.ª Epoca. Il dì 1. giugno	a 3 .55. T.A.	Avanzo =	00. 00, 36
Intervallo 7	23. 40	Avanzo =	00. 00, 46

$$7^{g}.\ 23^{or}.40' : 24^{or} :: 46'' : x = 5''.\ 8$$

Dunque la marcia diurna della mostra è il ritardo di 5", 8.

949. Se si userà l'accorgimento di fare le osservazioni nelle circostanze favorevoli, e se s' impiega nelle calcolazioni degli angoli orari, tutta l' attenzione convenevole, si potrà ottenere l'ora di ciascuna osservazione che non va soggetta ad errore maggiore di 3" a 4"; in tal caso la marcia diurna della mostra, cioè la variazione giornaliera che se ne ricava, risultar deve diversa dalla vera di una quantità non maggiore di 6" a 8", e ciò succede quanto gli errori sulle ore delle osservazioni saranno in senso contrario per le due epoche.

950. Per diminuire l'errore marcato nel numero precedente, bisogna fare nelle due epoche tre, a quattro serie di osservazioni, e prendendone la media tra i risultamenti di tali diverse serie, sarà probabile che per ciascuno de' giorni, ne' quali si sono fatte le osservazioni si verrà a compensare l' avanzo, o il ritardo della mostra marina, sino a ridurre l' errore della marcia diurna a 2", o al più 3"; e per diminuire anche quest' ultimo errore, bisogna che le diverse serie di osservazioni sieno fatte nella mattina, e nella sera di ciascun giorno delle due epoche, procedendo come nell'esempio seguente.

Esempio.

950. Volendo determinare la marcia diurna di una mostra marina in due epoche, si sono eseguite le seguenti operazioni.

Nel dì 13 agosto 1841 si sono fatte sì nel mattino, che nella sera tre serie di osservazioni, e si sono ottenuti i seguenti risultamenti.

Agosto 13

1.ª Serie di osservazioni	*Del mattino*	*Della sera*
Tempo medio calcolato . . . . =	— 9^{or}.25'.36"	—2^{or}.36'.40"
Ora della mostra marina. . . . =	10. 44. 14	3. 55. 19
Avanzo della mostra sul T. M. =	1. 18. 38	1. 18. 39

2.° Serie di osservazioni

		Del mattino	*Della sera*
Tempo medio calcolato	=—	9^{or}.30'.20"	—2^{or}.42'.55"
Ora della mostra	=	10. 48. 58, 5	4. 00. 36, 5
Avanzo della mostra sul T. M.	=	1. 18. 38, 5	1. 18. 40, 5

3.° Serie di osservazioni

Tempo medio calcolato	=—	9. 36. 04	—2. 48. 03
Ora della mostra.	=	10. 55. 00	4. 06. 44
Av. della mostra sul T. M. .	=	1. 18. 56	1. 18. 41

Nel giorno 20 dell' istesso mese si sono fatte altre serie di osservazioni sì nel mattino, che nelle sera, le quali hanno dato i seguenti risultamenti.

1.° Serie di osservazioni *Agosto 20*

		Del mattino	*Della sera*
Tempo medio calcolato. . . .	=—	10^{or}.01'.10"	—2^{or}.19'.30"
Ora della mostra marina. . .	=	11. 20. 16	3. 38. 37, 5
Avanzo della mostua sul T. M.	=	1. 19. 06	1. 19. 07, 5

2.° Serie di osservazioni

Tempo medio calcolato. . . .	=—	10. 07. 04	—2. 26. 04
Ora della mostra.	=	11. 26. 08, 3	3. 45. 08
Av, della mostra sul T. M. .	=	1. 19. 04, 3	1. 19. 05

3.° Serie di osservazioni

Tempo medio calcolato. . . .	=—	10. 12. 11	—2. 31. 12
Ora della mostra.	=	11. 31. 16, 3	3. 50. 19
Av. della mostra sul T. M. ,	=	1. 19. 05, 3	1. 19. 07

Fatto ciò si riuniscano per ciascuna epoca in tante somme gli elementi notati, scrivendo in prima la somma delle ore in tempo medio del mattino, appresso quelle degli avanzi corrispondenti, in prosieguo

quelle del tempo medio della sera, ed in fine quelle degli avanzi rispettivi; ognuna di tali somme si divide per 3; ed i quozienti di risulta si notino come appresso, onde marcare gl'intervalli corrispondenti.

	Del mattino		*Della sera*	
	T. M.	*Avan. d. Mostr.*	*T. M.*	*Avan. d. Mostr.*
Nel dì . . 13	$9^{or}.30'.40''$	$1^{or}.18'.44'',17$	$2^{or}42'.13''$	$1^{or}18'.40'',17$
Nel dì . . 20	10. 06. 48,33	1. 19. 05, 30	2. 25. 35	1. 19. 06, 5

Av. della most. Nelle oss. del mat.

Nell'int. di 7^{g} 00.36'.08''33 = 21''.13

Nelle osservaz. della sera . . . . 6^{g}. 22.42. 22 = 25.33

Si determinino gli avanzi diurni, corrispond. ai due intervalli.

7^{g}. 0^{or}.36'. 8'',33 : 24^{or} :: 21'',13 : x = 3''. 008
6. 23. 43. 22. 00 : 24 :: 25, 33 : x = + 4. 366

Somma . . . . . . = 7, 374
Avanzo diurno med. o sia marc. diurna. . = 3. 687

951. Per riguardo all'avanzo, o ritardo assoluto della mostra, che devesi sempre conchiudere per l'ultimo giorno delle osservazioni, si otterrà con la maggior precisione possibile, se si prende il medio tra l'avanzo, o ritardo conchiuso per una o più serie di osservazioni prese nel mattino, e una o più serie prese nella sera; poichè i due errori sull'avanzo, o ritardo assoluto della mostra, essendo in tal caso in senso contrario, si compensano, se sono uguali, e si ridurranno alla loro semidifferenza se sono disuguali.

Così nel precedente ultimo esempio, si opererebbe.
Avanzo medio della mostra nel matt. del 20 ag. = 1^{or}.19'. 5''.3
Avanzo medio nella sera del detto giorno . . . . = + 1. 19. 6, 5

Somma . . . . = 2. 38. 11. 8
Avanzo assoluto della mostra . . . . = 1. 19. 5. 9

952. Dovendosi imbarcare una mostra per eseguirsi un viaggio marittimo, bisognerà prima per la durata di un mese, ed anche di sei settimane, determinare la marcia diurna; e per far ciò dovranno ripetersi in diverse epoche le operazioni che sono state indicate di sopra nel numero 950.

954. Attenendoci rigorosamente a quanto si è finora detto in ordine alla maniera di regolare una mostra, può darsi il caso che il cronometro sembra avere una marcia uniforme, mentre che in realtà è irregolare e variante; e ciò si avvera in effetto quando delle irregolarità in senso contrario si sono compensate nell'intervallo delle diverse epoche, nelle quali sono state fatte delle osservazioni.

955. Per scovrire il possibile incoveniente marcato nel numero precedente, e riconoscere se esistono o pur nò delle irregolarità nella marcia diurna della mostra, bisogna comparare il cronometro, ad un pendolo astronomico, la di cui marcia sia ben nota; e per mezzo di tali comparazioni si vedrà se la marcia diurna della mostra abbia la uniformità desiderabile, onde valutare il grado di fiducia che si dovrà accordare a tale cronometro.

956. Si potrebbe anche determinare la marcia diurna di una mostra per mezzo del passaggio d'una stella per un punto fisso nel cielo, con dirigere il cannocchiale così detto *di passaggio* per un punto, ove si sà che deve passare la stella, situandolo in modo che la stella passa per uno de' fili; allorchè se ne osserva il passaggio si noterà l'ora segnata dalla mostra; nel giorno susseguente si ripeterà la stessa osservazione con marcarne altresì l'ora della mostra in cui succede il secondo passaggio: se la seconda ora risulterà minore della prima di 3'. 56", la mostra ha un movimento uniforme al tempo medio; se differisce la prima della seconda ora d'una quantità minore, o maggiore di 3'. 56", in tal caso la mostra avrà un acceleramento, o un ritardo in un giorno siderale sul tempo medio di quanto è tale differenza.

Ripetendo più volte siffatta comparazione, si prenderà l' acceleramento, o ritardo medio della mostra sul giorno siderale. Indi si farà la proporzione

23ʰ. 56'. 04" : 24ʰ, *come il ritardo o l'acceleramento della mostra sul giorno siderale sta ad un quarto termine,* che indicherà il ritardo, o l'acceleramento diurno della mostra sul tempo medio, cioè la marcia diurna del cronometro.

957. Si potrebbe altresì impiegare il metodo delle altezze uguali, o delle *altezze corrispondenti* per determinare la marcia diurna della mostra; ma stretti dalla brevità che abbiamo di mira, ci asteniamo di parlarne.

CAPITOLO XIII.

Della maniera di determinare la longitudine della nave per mezzo delle osservazioni astronomiche.

958. La risoluzione del problema per determinare la longitudine della nave, sarà completamente ottenuta, allorchè verrà determinata l'ora che si conta nel medesimo istante sul bordo della nave, e sotto il primo meridiano. Poichè dal confronto di tali ore si ricaverà la quantità (389) e la specie della longitudine.

959. Il metodo adottato in preferenza da'marini per determinare l'ora che si conta in Parigi, in un dato istante, di cui si conosce l'ora che si conta sulla nave (797), ed in conseguenza per sapere la longitudine del naviglio, è quello di ricavare coll'aiuto del calcolo dalle osservazioni la distanza vera della luna al sole, o della luna ad una stella zodiacale, nonchè l'ora del luogo ottenuta benanche dall'osservazione in cui si è misurata tale distanza, ed infine con determinare l'ora di Parigi in cui si vede la luna nella stessa distanza dal sole o dalla stella: l'ora di Parigi si ottiene dalla tavola della conoscenza de' tempi; l'ora del luogo si avrà dalla determinazione dell'angolo orario (797) e la distanza vera della luna al sole, o della luna ad una stella zodiacale, si otterrà dalla risoluzione di due triangoli sferici, che hanno un'angolo comune, in uno de'quali debbono essere noti i tre lati, onde determinare l'angolo enunciato; e nell'altro debbono essere noti i due lati che comprendono tale angolo, onde determinare il lato che sottende il detto angolo: il valore dell'ultimo lato esprimerà la distanza vera della luna al sole, o della luna ad una stella zodiacale.

960. I due triangoli di cui si è fatto discorso nel numero precedente, si rilevano nella (Fig. 69), in dove dinotano HO l'orizzonte, ZH, ZO i verticali del sole per esempio, e della luna, S', L', i luoghi veri, ove si ritrovano tali astri, S il luogo apparente del sole, più elevato di S', luogo vero del medesimo, per essere la rifrazione in tutt'i casi maggiore della parallasse: ed L il luogo apparente della luna meno elevato che L' luogo vero della stessa, per essere la sua parallasse sempre maggiore della rifrazione.

Si concepiscano passare per tali punti gli archi di cerchi massimi S' L', ed SL; si avranno i due triangoli in esame ZSL, e ZS' L'. Or nel primo triangolo ZSL sono dinotati, da ZS il complemento dell'altezza apparente del centro del sole, da ZL il complemento dell'altezza apparente del centro della luna, e da SL la distanza apparente de'centri de'due astri; determinati che saranno tali lati per mezzo delle osservazioni, e delle convenevoli correzioni, si potrà coll'aiuto della trigonometria determinare l'angolo Z. Indi nel triangolo ZS'L' conosciuto l'angolo Z, e determinando i valori di ZS' che dinota il complemento dell'altezza vera del sole, e di ZL' che esprime il complemento dell'al-

tezza vera della luna, si potrà coll' aiuto della trigonometria determinare S'L' che rappresenta la distanza vera della luna al sole.

961. Il fondamento del metodo enunciato si è, che due osservatori posti in due luoghi diversi, non possono vedere in un medesimo istante il sole e la luna, o questo satellite ed una stella nella stessa distanza, che quando sono collocati sotto lo stesso meridiano; altrimenti quello che trovasi ad oriente vedrà i due astri in una data distanza, prima che quello che trovasi ad occidente, e di quanto lo è la differenza dei meridiani ridotta in tempo.

962. Volendosi determinare la longitudine della nave in un giorno in cui contemporaneamente si vedono sull' orizzonte il sole e la luna, debbansi fare le seguenti operazioni.

1.° Tre osservatori prendono nello stesso istante, uno l'altezza dell' orlo inferiore del sole, l'altro l' altezza di uno degli orli della luna, ed il terzo che dovrà essere il più esercitato nella pratica delle osservazioni, prenderà la distanza dell' orlo illuminato della luna all'orlo il più vicino del sole; si ripeteranno cinque a sei volte tali osservazioni nel più breve intervallo di tempo possibile, e si prenderanno le somme de' risultamenti delle osservazioni, ciascuna delle quantità dell' istessa specie, ed ognuna delle somme si dividerà pel numero delle osservazioni fatte: procedendosi in tal modo si avranno un' altezza media dell' orlo inferiore del sole, un' altezza media di uno de' due orli della luna, e la distanza media degli orli prossimiori di questi due astri.

2.° Per mezzo delle correzioni indicate nel numero 662 e seguenti si avranno le altezze apparenti della luna e del sole, nonchè le altezze vere de' medesimi, come anche la distanza apparente de' centri di tali astri.

3.° In fine con siffatti elementi si passerà a risolvere i due esposti triangoli sferici, e si determinerà la distanza vera della luna al sole (a).

963. Conosciuta che sarà la distanza vera della luna al sole, nella tavola della conoscenza de' tempi si cercherà la medesima distanza; se questa vi si rinviene registrata con esattezza, in tal caso l'ora notata a fianco di tale distanza, sarà l' ora che si contava in Parigi nel momento delle osservazioni fatte; se poi la distanza calcolata non si ritrova

(a) Il primo che si fermò a riflettere che la distanza della luna al sole, o ad una stella, era un fenomeno istantaneo, di cui comparandosi i tempi nei quali succedeva per due luoghi diversi, dava la differenza di longitudine in tempo de' due luoghi medesimi fu Reineras Gemmainato nel 1508, e morto nel 1555. Cristiano Severinio Longomontano, nato nel 1560, e morto nel 1647 ne somministrò migliori schiarimenti. Giovanni Battista Morin di Villafranca, nato nel 1585, e morto nel 1650 ne espose il metodo di calcolazione, il quale non poteva dare un risultamento esatto, solo perchè non si conosceva bene il movimento lunare. Il perfezionamento del calcolo della longitudine è dovuto a Borda pel miglioramento dato al cerchio di riflessione, al Marchese de la *Place* per la chiarezza e precisione in cui ha esposte le teorie del moto della luna ed a Delambre e Bourg, i quali applicando le teorie di de la *Place* hanno calcolati gli elementi lunari in modochè hanno reso preziose le tavole della conoscenza de' tempi.

esattamente registrata nella conoscenza de' tempi, in tal caso si prende la differenza fra le distanze registrate nella tavola prossimamente minore, e prossimamente maggiore alla distanza osservata, e poi corretta col calcolo; ed inoltre si prende la differenza tra la calcolata e la distanza prima tra le due prossimamente maggiore e minore della calcolata; indi si forma la proporzione, come *la prima differenza, sta alla seconda differenza, così* 3^{or} *ridotte a secondi stanno al quarto termine*, il quale dinoterà la differenza tra l'ora della distanza precedente, e quella della distanza calcolata. Si aggiunge tale quarto termine all'ora corrispondente alla distanza precedente, e dalla somma si avrà l'ora che si conta in Parigi in tempo medio nel momento in cui si è osservata la distanza, la quale per mezzo dell'equazione del tempo si ridurrà in tempo vero.

Indi mediante l'altezza vera del sole di già impiegata per determinare la distanza vera, sempre che tale altezza è stata misurata in una circostanza favorevole, si calcolerà l'angolo orario, e quindi l'ora vera della nave in tempo vero. La differenza tra questa ora, e quella di Parigi in tempo vero, presa dalla tavola della conoscenza del tempo, ridotta che sarà in gradi, indicherà la longitudine della nave, la quale sarà della specie est, se l'ora della nave è maggiore di quella di Parigi, e sarà poi della specie ovest nel caso contrario.

964. Giova avvertire che gli elementi necessarî alle correzioni delle altezze si calcoleranno per l'ora approssimativa che si conta sulla nave nell'istante delle osservazioni, ridotta a quella di Parigi, poichè essi si avranno sempre d'una sufficiente esattezza, sul perchè tali elementi variano di poco nell'intervallo di 24^{or}. Per riguardo poi alla declinazione del sole che entra nel calcolo dell'angolo orario, si determinerà per l'ora di Parigi in tempo astronomico, ritrovata in corrispondenza della distanza, ottenuta dal calcolo e delle osservazioni.

Esempio.

965 Nel dì 17 agosto 1840 verso le ore 4, 11', della sera in tempo medio, stando per stima nella latitudine 41°.50' N, e nella longitudine 12°. 15' ovest, in un medesimo istante si sono misurate.

L'altezza osservata ☉ . . . . = 17°.35'
L'altezza osservata ☾ . . . . = 18. 49
La distanza osservata degli orli prossimiori ☾ al ☉ = 125. 46
Si domanda la longitudine vera.

Preparazione del calcolo.

Ora appross. della nave T. M. A. ag. 18 a	4^{or}.11'
Differenza de' meridiani = 12°. 14' O . . . = +	49
Ora app. T. M. A. per Parigi 1840 ag. 18 a	5. 00

Parallas. orizzont. ☾ al luogo dell' osser. . . =	57'. 56", 58
Semidiametro orizzontale ☾ . . . . =	15. 48, 7
Altezza osservata ☉ . . . . =	17°.35'
Depressione dell' orizzonte . . . . = —	4. 18"
Altezza apparente ☉ . . . . =	17. 30. 42
Rifrazione meno parallasse. . . . . = —	2. 54, 92
Altezza vera dell' orlo ☉ . . . . =	17. 27. 47, 08
Semidiametro. . . . . = +	15. 50, 29
Altezza del centro . . . . =	17. 43. 37, 37
Altezza apparente del centro . . . . =	17. 46. 32, 29
Distanza vera dallo zenit . . . . =	72. 16. 22, 63
Distanza apparente dallo zenit . . . . =	72. 13. 27, 71
Altezza osservata ☾ . . . . =	18°.49'
Depressione dell' orizzonte. . . . . . = —	4. 18"
Altezza apparente dell' orlo ☾ . . . =	18. 44. 42
Semidiametro orizzontale . . . . . . = +	15. 48, 7
Altezza appros. appar. del centro. . =	19. 00. 30, 7
Parallasse in altezza — Rifraz. . . . = +	52. 02
Altezza vera appros. del centro . . . =	19. 52. 32, 7
Altezza apparente dell' orlo ☾ . . . =	18. 44. 42
Semidiametro in altezza . . . . = +	15. 56
Altezza appar. del centro. . . . . . . =	19. 00. 38
Parallasse — Rifrazione . . . . = +	52. 02
Altezza vera del centro . . . . =	19. 52. 40
Distanza appar. dallo zenit. . . . . . =	70. 59. 22
Distanza vera dallo zenit . . . . =	70. 07. 20
Dist. osserv. degli orli pross. ☉ ☾ . =	125. 46
Semidiametro del sole . . . . = +	15. 50, 29
Semidiametro in altezza ☾ . . . . . = +	15. 56
Dist. appar. de' centri ☉ ☾ . . . . . =	126. 17. 46, 29

Per la risoluzione del triangolo apparente ZSL (fig. 69).

$$\text{sen}\,\tfrac{1}{2}Z = \sqrt{\frac{\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(ZS+SL+ZL) - SZ\,\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(ZS+ZL+SL) - ZL \times R}{\text{sen}\,ZL\ \text{sen}\,ZS}}$$

SL = 126°.17'.46",29
ZS = 72. 13. 27, 71 c. a. l. sen. . . . . = 0. 02124
ZL = 70. 59. 22 c. a. l. sen. . . . . = 0. 02436

Som. = 269. 30. 36. 00
$\frac{1}{2}$ S . . . = 134. 45. 18
$\frac{1}{2}$ S—ZS= 62. 31. 50, 29 log.sen. . . . . . . = 9. 94805
$\frac{1}{2}$ S—ZL= 63. 45. 56 log.sen. . . . . . . = 9. 95279

Somma = 19. 94644
log. sen. $\frac{1}{2}$ Z = 70°. 5'. . . . . = 9. 97322
angolo Z = 140. 10

Per la risoluzione del triangolo ZS'L' (fig. 69).
Si determini il 1°. seg. di ZL'.
R : cos Z : : tang. ZS' : tang. 1°. segmento di L'Z.
Log. cos. Z = 140°.10'. . . . . . . = 9. 88531
Log. tang. ZS'= 72. 16'. 23". . . . =+ 10. 49531

Log. t. 1°. seg.= 67°. 23'. 57" . . . . = 10. 38062
Si determini l' altro segmento,
ZL'. . . . . = 70°.07'.20"
1°. segmento. . . . . =+ 67. 23. 57
2°. segmento. . . . . = 137. 31. 17
Si determini S'L' *per la distanza vera.*
cos. 67°.23'.57": cos 137°.31'.17" : : cos 72°.16'.23" : cos S'L'
Log. cos. 137°.31'.17". . . . . = 9. 86778
Log. cos. 72°.16.23". . . . . =+ 9. 48356

Somma . . . . = 19. 35134
Log. cos 67. 23. 57. . . . . =— 9. 58468

Log. cos. 54. 14. 39. . . . . = 9. 76666
Laonde S'L' = 180° — 54°.14'.39" = 125°.45'.21".
Si determini l'ora in cui si oss. in Parigi la dist. vera calcolata.
Distanza vera calcolata = 125°.45'.21" } Diff. = 1°.34'.56"
Distanza precedente . . = 127. 20. 17 }
Distanza susseguente . = 125. 45. 19 } Diff. = 1. 34.58
1°.34'.58" : 1°.34'.56" : : 10800" : x.
Log. di 1°.34'.56" . . . . . . = 3. 75557
Log. di 10800 . . . . =+4. 03342

Somma. . . . . = 7. 78899
Log. di 1°.34'.58" . . . . . . =—3. 75572

Log. 2ᵒʳᵉ.59'.56",21. . . . . . = 4. 03327

Ora della distanza precedente agost. 17 a 3^{or}.
Tempo d' aggiungersi . . . . = 2. 59′.56″,21

Ora in T.M. della dist. calcol. in Parigi ag. 17 a 5. 59. 56, 21
Equazione del tempo . . . . =— 3. 42, 26

Ora A. T. V. della dist. calcol. in Parigi ag. 17 a 5. 56. 13, 95

Declinazione del sole. . . . . = 13°. 16′.03″,21
Distanza polare . . . . = 76. 43. 56, 79
Complemento della latitud. . . . . . . = 48. 10

Si determini l' ora della nave, e si conchiude per la longitudine della medesima.

$$\text{sen} \tfrac{1}{2}\ P = \sqrt{\frac{\text{sen} \tfrac{1}{2}(D+E+L) - D\ \text{sen} \tfrac{1}{2}(D+E+L) - L \times R^2}{\text{sen L sen D}}}$$

E = 72°.16′.22″,63
D = 76. 43. 56, 79 = comp.arit.log.sen. . = 0.01175
L = 48. 10 = comp.arit.log.sen. . = 0.12779

Som. = 197. 10. 19, 42
$\frac{1}{2}$ S . . = 98. 35. 09, 71
$\frac{1}{2}$ S—D = 21. 51. 12, 92 log. sen. . . . . = 9.57082
$\frac{1}{2}$ S—L = 50. 25. 09, 71 log. sen. . . . . = 9.88690

Somma . . . . = 19.59726
Log sen $\frac{1}{2}$ P = 38°.58′. 26″. . . . . . = 9.79863
Angolo orario = 77. 56. 52 = 5^{or}.11′.47″.28‴

Laonde. Ora della nave . . . . = — 5^{or}.11′.47″,47
Ora di Parigi . . . . = 5. 56. 13, 95

Longitudine della nave = 11°.6′.36″ O = 44. 26, 48

965. I marini sogliono calcolare la distanza vera con le due formole di M. de Bordà, formole che sono molto comode nella pratica, ed esse sono le seguenti.

$$\text{sen } B = \frac{\sqrt{\dfrac{\cos\left(\frac{a+b+d}{2}\right)\cos\left(\frac{a+b+d}{2}-d\right)\cos a' \cos b'}{\cos a \cos b}}}{\cos\left(\frac{a'+b'}{2}\right)}$$

$\text{sen} \frac{1}{2} x = \cos \frac{1}{2}(a'+b')\cos B.$

nelle quali con a si esprime l'altezza apparente del centro del sole, con b l'altezza apparente del centro della luna, con d la distanza apparente de'centri, con a' l'altezza vera del sole, con b' l'altezza vera della luna, con x la distanza vera de'centri de'due astri, e con B un arco ausiliario.

La dimostrazione per le due formole esposte è la seguente.

Dal triangolo ZS'L' (fig. 69) si ha.

$$\cos. S'L' = \cos Z \operatorname{sen} ZS' \operatorname{sen} ZL' + \cos ZS' \cos. ZL'$$

o

$$\cos x = \cos Z \cos a' \cos b' + \operatorname{sen} a' \operatorname{sen} b'$$

o

$$1 - 2\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = (2\cos^2 \tfrac{1}{2} Z - 1)\cos a' \cos b' + \operatorname{sen} a' \operatorname{sen} b'$$

o

$$1 - 2\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = 2\cos^2 \tfrac{1}{2} Z \cos a' \cos b' - \cos a' \cos b' + \operatorname{sen} a' \operatorname{sen} b'$$

cambiando i segni si avrà.

$$-1 + 2\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = -2\cos^2 \tfrac{1}{2} Z \cos a' \cos b' + \cos a' \cos b' - \operatorname{sen} a' \operatorname{sen} b'$$

o

$$-1 + 2\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = -2\cos^2 \tfrac{1}{2} Z \cos a' \cos b' + \cos(a' + b')$$

o

$$-1 + 2\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = -2\cos^2 \tfrac{1}{2} Z \cos a' \cos b' + 2\cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b') - 1$$

riducendo, e semplificando ne risulta,

$$\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = \cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b') - \cos^2 \tfrac{1}{2} Z \cos a' \cos b'$$

oppure

$$\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = \cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b') - \frac{\cos^2 \tfrac{1}{2} Z \cos a' \cos b', \cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b')}{\cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b')}$$

o

$$\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = \cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b')\left(1 - \frac{\cos^2 \tfrac{1}{2} Z \cos a' \cos b'}{\cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b')}\right.$$

supponendo $\dfrac{\cos^2 \tfrac{1}{2} Z \cos a' \cos b'}{\cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b')} = \operatorname{sen}^2 B$

si avrà

$$\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = \cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b')\,(1 - \operatorname{sen}^2 B)$$

o

$$\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} x = \cos^2 \tfrac{1}{2}(a' + b')\cos^2 B,$$

e quindi

$$\operatorname{sen} \tfrac{1}{2} x = \cos \tfrac{1}{2}(a' + b')\cos B$$

Or nell'equivalente di $\operatorname{sen}^2 B$, non vi è che il solo termine $\cos^2 \tfrac{1}{2} Z$ ch'è ignoto; e per determinarne la quantità, si ricorre nel triangolo ZSL, nel quale

$$\cos Z = \frac{\cos SL - \cos ZS \cos ZL}{\operatorname{sen} ZS \operatorname{sen} ZL}$$

o

$$\cos Z = \frac{\cos d - \operatorname{sen} a \operatorname{sen} b}{\cos a \cos b}$$

o

$$2\cos^2 \tfrac{1}{2} Z - 1 = \frac{\cos d + \cos(a+b) - \cos a \cos b}{\cos a \cos b}$$

o

$$2\cos^2 \tfrac{1}{2} Z - 1 = \frac{\cos d + \cos(a+b) - 1}{\cos a \cos b}$$

e riducendo si avrà

$$2\cos^2 \tfrac{1}{2} Z = \frac{\cos d + \cos(a+b)}{\cos a \cos b}$$

oppure

$$2\cos^2 \tfrac{1}{2} Z = \frac{2 \cos \frac{1}{2}(a+b+d) \cos \frac{1}{2}(a+b+d) - d}{\cos a \cos b} \quad \text{(a)}$$

$$\operatorname{Cos.} \frac{1}{2} Z = \frac{\cos\left(\frac{a+b+d}{2}\right) \cos\left(\frac{a+b+d}{2} - d\right)}{\cos a \cos b}$$

Or sostituendo questo valore a $\cos^2 \frac{1}{2} Z$ nell' equivalente di $\operatorname{sen}^2 B$ si avrà

$$\operatorname{sen}^2 B = \frac{\dfrac{\cos\left(\frac{a+b+d}{2}\right) \cos\left(\frac{a+b+d}{2} - d\right) \cos a' \cos b'}{\cos a \cos b}}{\cos^2\left(\frac{a'+b'}{2}\right)};$$

e perciò

$$\operatorname{sen} B = \frac{\sqrt{\dfrac{\cos\left(\frac{a+b+d}{2}\right) \cos\left(\frac{a+b+d}{2} - d\right) \cos a' \cos b'}{\cos a \cos b}}}{\cos\left(\frac{a'+b'}{2}\right)}$$

(a) Poichè $\cos\alpha + \cos\beta = 2\cos\frac{1}{2}(\alpha+\beta)\cos\frac{1}{2}(\alpha-\beta)$, supposto $d=\beta$, ed $a+b=\alpha$, si avrà

$$\cos d + \cos(a+b) = 2\cos\frac{(a+b+d)}{2}\cos\frac{(a+b-d)}{2}$$

$$= 2\cos\frac{(a+b+d)}{2}\cos\frac{(a+b-d)}{2} + d - d$$

$$= 2\cos\left(\frac{a+b+d}{2}\right)\cos\left(\frac{a+b+d}{2} - d\right)$$

966. L' arco ausiliario B è sempre minore di 90°, poichè nella formola

$\text{sen}\,\frac{1}{2}x = \cos\left(\frac{a'+b'}{2}\right)\cos B$, supponendosi i due astri non nel medesimo verticale, n'emerge che $\text{sen}\,\frac{1}{2}x$ è essenzialmente positivo, e $\cos\left(\frac{a'+b'}{2}\right)$ è pure positivo, poichè a' e b' sono entrambi archi minori di 90°; ne risulta in conseguenza essere cos B anche positivo; quindi l'arco B è sempre minore di 90°.

967. Applichiamo all'esempio precedente le due formole dimostrate nel numero 965.

$$\text{sen}\,B = \frac{\sqrt{\dfrac{\cos\left(\frac{a+b+d}{2}\right)\cos\left(\frac{a+b+d}{2}-d\right)\cos a'\cos b'}{\cos a\cos b}}}{\cos\left(\frac{a'+b'}{2}\right)}$$

$$\text{sen}\,\frac{1}{2}x = \cos B\cos\left(\frac{a'+b'}{2}\right)$$

d = Distanza apparente ☉ ☾ . . . . . . = ... 126°. 17'. 46",29
a = Altezza apparente ☉ . . . . =. 17. 46. 32, 29
b = Altezza apparente ☾ . . . . = ... 19. 00. 38
a' = Altezza vera del sole. . . . . =. 17. 43. 37
b' = Altezza vera della luna. . . . . . . = ... 19. 52. 40

Distanza apparente . . . = . . . 126°, 17'.46",29
Altezza appar. ☉ . . . = . . . 17, 46. 32, 29 c.a.l.cos = 0.02124
Altezza appar. ☾ . . . . = . . . 19. 00. 38 c.a.l.cos = 0.02436

Somma. . . . . = ... 163. 04. 56, 58
Semisomma. . . . . =. . . . 81. 32. 28. 29 log.cos. = 9.16761
Semisomma — d. . . . = ... 44. 45. 18. 00. log.cos. = 9.85134
Altez. vera del sole. . . . = 17° 43'.37".37. . . . . log.cos. = 9.97888
Altezza vera della ☾ . = 19. 52.40. . . . . log.cos. = 9.97332

Somma. . . . . = 37.36.17. 37. . . . . Som. = 39.01675
$\frac{1}{2}$ Som. = 19.50837
$\left(\frac{a'+b'}{2}\right)$ . . . . = 18.48.08. 68 . . . . . log.cos = —9.97618

log. sen B = 19.54. 39 . . . . = 9.53219

B . . . = 19°. 54'. 39". . . . log. cos. = 9.97323
½ Som. delle alt. vere = 18. 48. 08, 68. . log. cos. =+ 9.97618

Som — 10 log sen½x = 62°. 52'. 42. . . . . = 9.94941

Distanza vera. . . . . = 125. 45. 24} Diff. = . . 1°.34'.53".
Distanza precedente . = 127. 20. 17} Diff. = . . 1. 34. 58
Distanza susseguente = 125. 45. 19}
log. di 1°. 34'. 53". = 5693". . . . . . . = ... 3.75534
log: di 3^{or} . . . . . . = 10800. . . . . = ... 4.03342
c. a.log.di 34'. 58" . = 5698. . . . . = ... 6.24428

Somma—10=log.di 2^{or}.59.49.8. . . . . . . = ... 4.03304

Ora della distanza precedente. . . . . = 3^{or}.
Quantità aggiuntiva. . . . . = 2.59'.49".8

Ora in T.M. della distanza vera calcol: in Parigi = 5. 59. 49.8

Equazione del tempo. . . . . = ... 3. 42.02

Ora della distanza calcol: in Parigi, T. V. . . . = . 5. 56. 07, 78
Ora della nave T. V. . . . . = —5. 11. 47, 47

Longitudine della nave = 11°.05' 05" 0 . . . = 0. 44. 20, 31

968. Le osservazioni istantanee per la risoluzione del problema di longitudine da farsi da tre osservatori, presentano un inconveniente, che deve prendersi in considerazione. I due osservatori che misurano le altezze, dovendo dipendere da quello che osserva la distanza, ne succede che i primi non possono contare sull'esattezza delle altezze prese da essi medesimi, che come prossime alle vere, soggette ad un'errore di 2' a 3'. Tal'errore sarebbe di poca importanza pel calcolo della distanza vera, ma influirebbe sensibilmente sulla determinazione dell'ora della nave, ed in conseguenza sulla longitudine. Quindi è che avendosi una buona mostra a secondi, giova preferirsi impiegarvi un solo osservatore, il quale potrebbe condursi nel seguente modo.

1°. Osserverà in primo luogo due o tre altezze del sole, poi prenderà due o tre altezze della luna, e dopo misurerà due o tre distanze della luna al sole, l'una immediatamente appresso l'altra, badando di notare con attenzione l'ora che marca la mostra in ciascuna osservazione. Indi osserverà di nuovo, in prima due o tre altezze della luna, poi due o tre altezze del sole, e noterà altresì l'ora segnata dalla mostra a secondi in ciascuna osservazione. Prenderà le somme de' risultamenti della stessa specie di tali osservazioni, e dividerà ciascuna somma pel

numero delle osservazioni fatte; onde avere un'altezza media del sole avanti la distanza, un'altezza media della luna prima della distanza, una distanza media, un'altezza media della luna dopo la distanza, ed un'altezza media del sole posteriore alla distanza, nonchè un'ora media per ciascuna osservazione.

2°. Fatto ciò prenderà la differenza delle ore che corrispondono alle altezze medie del sole; ed inoltre ricaverà la differenza tra l'ora della distanza media, e quella corrispondente all'altezza media del sole precedente; determinerà altresì la differenza delle due altezze medie del sole; ed indi troverà il quarto proporzionale in ordine alle indicate tre differenze: da tale quarto proporzionale si avrà la differenza tra l'altezza media che ha preceduto la distanza, e quella che si sarebbe ottenuta nell'osservarla nell'istesso tempo che si sarebbe misurata la distanza media; aggiungerà tale quarto termine all'altezza media che precede la distanza, se il sole trovasi da oriente del meridiano, e lo toglierà nel caso contrario: lo stesso procedimento sarà serbato per ottenere l'altezza della luna che si sarebbe avuta, osservandola nel misurarsi la distanza media. In tal modo si avranno le osservazioni come se fossero state fatte da tre osservatori in un medesimo istante.

3.° In fine determinati siffatti elementi, passerà a risolvere il problema della longitudine come di sopra si è esposto.

969. Se si hanno fondati sospetti che la latitudine stimata della nave nel momento delle osservazioni, sia sensibilmente erronea, in tal caso perchè l'ora della nave anderebbe soggetta a gravi errori, che influirebbero notabilmente sulla longitudine, perciò per rimediare a tal' inconveniente, giova ricavare la latitudine della nave dalle osservazioni fatte, e per l'oggetto esponiamo il seguente metodo.

Sieno L ed S (fig. 70) i luoghi veri del sole, e della luna, ZS, e ZL gli archi de cerchi verticali che passano per essi, PS, e PL gli archi de' di loro cerchi di declinazione, ed LS l'arco di cerchio massimo esprimente la distanza del sole alla luna. Or nel triangolo PLS sono noti i tre lati, LS che dinota la distanza vera per essersi ottenuta dal calcolo, PS, e PL le distanze polari derivate dalle declinazioni del sole e della luna, ritrovati in corrispondenza dell'ora in tempo medio per la distanza vera in Parigi, si potrà coll'aiuto della trigonometria determinare l'angolo PSL; e nel triangolo ZSL, essendo noti anche i tre lati SL per esprimere la distanza vera, ZS, ZL per dinotare i complementi delle altezze vere, si potrà determinare l'angolo ZSL ; con ciò si conchiuderà prima per l'angolo ZSP di posizione del sole, e poi con le regole trigonometriche si determinerà la latitudine, ed anche l'angolo orario se si vuole (911 e seguenti).

970. Volendosi impiegare la distanza della luna ad una stella per la risoluzione del problema di longitudine, le osservazioni si faranno, come ordinariamente si pratica, ed il calcolo della distanza vera si farà nell'istesso modo come si è detto per ottenere la distanza vera della lu-

na al sole, cioè mediante le altezze apparenti della luna e della stella, nonchè della distanza di tali astri; ma siccome le altezze che si misurano durante la notte non possono ottenersi che con un'approssimazione e con errore di circa 3′ a 4′, ed anche di più (501), e perchè tale inesattezza potrebbe produrre un errore approssimativamente di 30″ sull'ora della nave, perciò non si ricorre a tali osservazioni che nel solo caso di positivo bisogno, meno che non fossero fatto durante i crepuscoli, nel qual caso distinguendosi bene l'orizzonte, potrebbero dare un risultamento di sufficiente esattezza.

971. Il problema della longitudine consistendo nel determinare l'ora che si conta nel medesimo istante sulla nave, e sotto il primo meridiano, o che val lo stesso sotto un meridiano qualunque, la cui posizione sia ben nota, ne deriva per legittima illazione, che quando si avrà una mostra marina che sia stata ben regolata nel luogo della partenza, o in qualunque altro punto, sarà sempre facile il determinare la longitudine senz'altra osservazione, che quella dell'altezza del sole, per la quale si avrà la cura di farne l'osservazione nelle circostanze favorevoli; e per giungere all'oggetto si procederà come appresso.

1°. All'ora marcata dalla mostra marina nell'istante dell'osservazione dell'altezza del sole, si aggiungerà il ritardo assoluto di tale mostra sul tempo medio del luogo ove è stata regolata la mostra medesima, o se ne toglierà l'avanzo; e si avrà l'ora approssimativa di tale luogo nell'istante dell'osservazione.

2°. A tale ora approssimativa si aggiungerà o si toglierà la quantità di cui la mostra ha dovuto ritardare o accelerare ne' giorni decorsi da che fu regolata sino a quello dell'osservazione, quantità ch'è uguale al prodotto della marcia diurna della stessa mostra moltiplicata pel numero de' giorni decorsi, con farne l'addizione se la marcia è in ritardo, o la sottrazione se la stessa è in avanzo; onde avere un'ora più prossima pel luogo ove la mostra è stata regolata, nell'istante medesimo dell'osservazione.

3°. Si formi la proporzione come 24^{or} stanno all'ultimo tempo approssimativo ottenuto di ore minuti e secondi, così la marcia diurna sta ad un quarto termine, il quale aggiunto o tolto dall'ultima ora approssimativa ottenuta, secondochè la marcia diurna indica ritardamento o acceleramento della mostra, e si avrà un'ora la più prossima possibile della mostra marina pel luogo in cui è stata regolata nel momento istesso dell'osservazione. Si ridurrà quest'ultima ora al tempo medio che si conta in Parigi, mediante la longitudine del luogo della mostra, che coll'equazione del tempo si convertirà in tempo vero.

4°. Indi si determinerà la declinazione del sole in corrispondenza del tempo medio di Parigi ottenuto dalla mostra marina; e si procederà pel calcolo dell'angolo orario, onde conchiudere per l'ora della nave in tempo vero.

5°. In fine si prenderà la diff. tra l'ora determinata per Parigi, e

quella ottenuta per la nave, e si avrà la longitudine cercata, la quale sarà della specie Est se l'ora della nave è maggiore: e sarà della specie Ovest nel caso contrario.

Esempio. F.

972. Nel dì 28 Luglio 1840 nel porto di Cadice la mostra marina segnava un avanzo assoluto di $2^{or}.52'.31'',75$ sul tempo medio di quel luogo, ed ove la sua marcia diurna fu rinvenuta di $+10'',2$, cioè in acceleramento. Nel dì 24 Agosto dello stesso anno nelle ore P. M. stando per istima nella latitud. 44°. 35′ N, e nella long: 48°. 22′ O, l'occhio elevato di 18 piedi, mentre la mostra segnava le $10^{or}.40'.55''$, si è osservata l'altezza del lembo inferiore del sole di 18°. 15′. 40″. Si domanda la longitudine della nave.

Calcolo per l'ora di Parigi.

Ora della mostra nell'osservaz. dell'alt . .	=	$10^{or}.40'.55''$
Avan.assol.della mostra sul tempo medio	= —	2. 52. 31, 75
Ora appross: di Cadice, T.M.nell'osservaz.	=	7. 48. 23, 25
Avanzo della mostra in 27 giorni.	= —	0. 4. 33, 40
Ora di Cadice più appross. nell'osserv.. .	=	7. 43. 49, 85
Parte prop.della mar.diur. a 7.43′.49″,85	= —	3, 29
Ora di Cadice in T.M.nell'istante dell'os.	=	7. 43. 46, 56
Long: di Cadice 8°. 37′. 37″ O	= +	34. 30
Ora di Parigi in T. M.nell'osservaz. . .	=	8. 18. 16, 56
Equaz: del tempo.	= —	1. 59, 34
Ora di Parigi in T. V. nell'istante dell'oss.	=	8. 16. 17, 22

Calcolo per l'ora della Nave

Altezza osservata ☉.	=	18°.15′.40″
Depressione dell'orizzonte per 18 piedi.	= —	4. 18
Altezza apparente ☉	=	18. 11. 22
Rifrazione — Parallasse.	= —	2. 47, 7
Altezza vera ☉ —	=	18. 08. 34, 3
Semidiametro	= +	15. 51, 29
Altezza vera del centro.	=	18. 24. 25, 59
Distanza dallo zenit = E.	=	71. 35. 34, 41

Declinazione per 8^{or}. 18'. 16", 56 . . . = 10°. 53'. 59", 63
Distanza polare = D. . . . . = 79. 06. 00, 37
Complemento della latitudine = L. . . = 45. 25

$$\text{Sen}\ \tfrac{1}{2}\ P = \sqrt{\frac{\text{sen}\ \frac{1}{2}\ (E+D+L)-D\ \text{sen}\ \frac{1}{2}\ (E+D+L)-L\times R^2}{\text{sen}\ D\ \text{sen}\ L}}$$

E = 71°.35'.34",41
D = 79. 06. 00, 37 com. arit. log. sen = 0.00791
L = 45. 25. com. arit. log. sen = 0.14738

Somma =196. 06. 34, 78
$\frac{1}{2}$ Som. = 98. 03. 17, 39
$\frac{1}{2}$ Som. —D= 18. 57. 17, 02 Log. sen . . . . . . = 9.51165
$\frac{1}{2}$ Som. —L= 52. 38. 17, 39 Log. sen . . . . . . = 9.90027

Somma . . . . . . =19.56721

Log. sen $\frac{1}{2}$ P = 37°.24'.53" . . . = 9.78360
P = 74. 49. 46

Dunque l'ora della nave T. V. della sera. . . . =—4".59'.19",07
Ora di Parigi T. V. nell'istante dell'osservazione = 8. 16. 17, 22

Diff. = 49°. 14'. 54" . . . . = 3.16.58, 15
Dunque la long. della nave . . . . = 49° 14'.32" O

Esempio II.

973. Nel giorno 23 Ottobre 1840 in un luogo posto sotto il meridiano di Parigi la mostra marina ritardava di 1^{or}. 57'. 48", 28 sul tempo medio, e la sua marcia diurna era di — 34",7 cioè in ritardo.

Nel dì 7 Dicembre mentre la mostra marina segnava le ore 10, 48', 28", stando nella latitudine 38°. 47' N, e nella longitudine per istima 106°. 10'. 48" O, l'occhio era elevato di $20.^{Pi}$, nelle ore del mattino, si è osservata l'altezza del lembo inferiore del sole di 16°.28'.20". Si domanda la longitudine della nave.

Calcolo per l'ora di Parigi.

Ora della mostra nell' oss. dell'alt. dicem. 7 a= 10^{or}.48'. 28"
Ritardo assoluto della mostra sul T. M.. . . =+ 1. 57. 48, 28

Ora appr. del merid. di Parigi dicem. 8 a 0. 46. 16, 28
Ritardo della mostra in 45 giorni . . . . . . =+ 26. 01, 5

Ora più approssimativa di Parigi. . . . . . . = $1^{or}.12'.17'',78$
Parte proporz. a $1^{or}.12'.17'',78$. . . . . . . =+ 1, 74

Ora di Parigi T. M. nell' istante dell' osserv. = 1. 12. 19, 52
Equazione del tempo. . . . . =+ 7. 40, 85

Ora di Parigi T. V. nell' istante dell' osserv. = 1. 20. 00, 37

Calcolo per l' ora della nave.

Altezza osservata ☉ . . . . = $16°.28',20''$
Depressione dell' orizzonte per 20^{Pi}. . . . =— 4.32

Altezza apparente. . . . . = 16. 23. 48
Rifrazione — Parallasse . . . . =— 3. 07, 8

Altezza vera ☉ . . . . = 16. 20. 40, 2
Semidiametro . . . . =+ 16. 16, 2

Altezza vera del centro. . . . . = 16. 36. 56, 4
Distanza dallo zenit = E. . . . . = 73. 23. 03, 6
Decl. del sole per l'8 dicem. a $1^{or}.12'.19''.52$ = 22. 46. 33, 4
Distanza polare = D. . . . . = 67. 13. 26, 6
Complemento della latitudine = L . . . . = 51. 13

$$\text{sen}\ \tfrac{1}{2}P = \sqrt{\frac{\text{sen}\,(E+D+L)-D\,\text{sen}\,\tfrac{1}{2}(E+D+L)-L\times R^2}{\text{sen}\,D\ \text{sen}\,L}}$$

E = $73°.23'.03'',6$
D = 67. 13. 26, 6 com.arit.log.sen — 0.03526
L = 51. 13 com.arit.log.sen = 0,10816

Somma = 191. 49. 30, 2
½ Som, , , = 95. 54. 45, 1
½ Som.—D = 28. 41. 18. 5 log. sen. . . . . . = 9.68244
½ Som.—L = 44. 41. 45. 1 log. sen. . . . . . = 9.84775

Somma. . . . . . = 19.67361
sen ½ P = $43°.22'.26''$ . . . . = 9.83680
P = 86. 44. 52

Dunque l' angolo orario = 86. 44. 52 . . . = $5^{or}.46'.59''.28'''$
Ora della nave nell' osserv. T. V. A. dicem. 7 a—18. 13. 00. 32
Ora di Parigi dicembre 8 a. 1. 20. 00. 21
Differenza = $106°.44'.57''.58'''$ . . . . = 7. 06. 59. 89
Dunque la long. della nave = $106°,44',57'',58'''0$

Le tavole astronomiche sono sotto i torchi, e vanno a pubblicarsi al più presto possibile con altro volume.

INDICE

PARTE PRIMA

NOZIONI PRELIMINARI

PARTE SECONDA

DEE PUNTO STIMATO.

PARTE TERZA

DELL'ASTRONOMIA NAUTICA.

CAPITOLO VI.

Pag.	Verso	Errori	Correzioni
7	1	$25,10^{or},30$	$25.10^{or}.30'$
10	7	saranno	sarà
11	2	paralleli	parallelo
12	34	tramontane	tramontare
16	40	parallo	parallelo
18	32	dello.	dallo
23	10	la latitudine.	2^o. La latitudine
id.	35a36	pel primo verticale, quello . .	pel primo verticale, nel percorrere l' arco diurno, quello (a)
31	6	se trattasi del sole o della luna .	se trattasi del sole
32	32	diviene	si viene
37	8	applicata	applicata nel lembo
id.	42	discostata.	discostato
39	6	per conservi	conservi
id.	42	$2\,{}^{1}/_{4}$.	$2\,{}^{1}/_{7}$
40	9	B della.	B nella
id.	10	$2\,{}^{1}/_{4}$ seguire.	$2\,{}^{1}/_{7}$ eseguire
41	1	toen	loch
44	1	Capitolo II	Capitolo III
45	20	$0^{p}. 9^{pol}$.	$0^{pi}. 9$
id.	21	$5^{p}. 6$	$51^{pi}. 6^{pol}$.

Il prosieguo dopo le tavole astronomiche.

(a) Si avverte, che l' astro che ha declinazione minore, e di specie opposta alla latitudine, passa pel primo verticale nel percorrere l' arco notturno; e non vi passa affatto allorchè la sua declinazione è maggiore della latitudine.

N
E
L
H
S
C
O
R
P
T
H
D
G
11
13
A
B
E
Q
K
1
2
19
F
G
N
I
M
L
K
21
D
B